

PROJETO DE GRADUAÇÃO

UMA PESQUISA-AÇÃO SOBRE REDUÇÃO DE PERDAS NA ETAPA DE CORTE EM UMA FÁBRICA DE VIDRO COM BASE EM CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA

Por,
Gabriela Ribeiro Padrão

Brasília, 2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia

PROJETO DE GRADUAÇÃO

**UMA PESQUISA-AÇÃO SOBRE REDUÇÃO DE
PERDAS NA ETAPA DE CORTE EM UMA
FÁBRICA DE VIDRO COM BASE EM
CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA**

POR,

Gabriela Ribeiro Padrão

Professor Orientador

Prof. Sanderson César Macêdo Barbalho, UnB/ EPR

Brasília, 2018

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Analice e Bolivar, que durante toda a minha vida foram meus exemplos, transmitindo princípios e valores e que são os maiores incentivadores dos meus sonhos.

Aos meus irmãos, Juliana e Lucas, com quem celebrei cada etapa vencida e em quem me apoiei ao longo do caminho percorrido.

Aos amigos, antigos e conquistados ao longo do curso de Engenharia de Produção, com quem compartilhei o dia a dia e que tornaram a jornada universitária muito mais prazerosa.

Aos meus colegas de fábrica, que me auxiliaram na implementação do projeto em questão.

A todos os professores da Engenharia de Produção, especialmente meu orientador Sanderson Barbalho, que destinaram tempo e esforço na minha formação para que eu estivesse bem preparada para exercer minha profissão.

RESUMO

O acirramento da competição entre as empresas é cada vez mais intenso e o Sistema Toyota de Produção (TPS) surge como uma alternativa para redução de custos. Neste sentido, uma fábrica francesa deficitária de corte e montagem de vidro investiu em produção enxuta. A presente pesquisa, desenvolvida no âmbito de um intercâmbio viabilizado pelo Programa Ciência Sem Fronteiras, trata do processo planejamento, implementação e acompanhamento dos resultados de melhorias propostas alinhadas à filosofia enxuta em uma das etapas do processo produtivo desta fábrica. As melhorias implementadas resultaram na redução de 3% de um indicador chave da organização, referente à perda de matéria-prima.

Palavras-Chave: Produção enxuta, perdas, vidro

ABSTRACT

The competition between companies is becoming more intense and Toyota Production System appears as an alternative to reduce costs. In this regard, a French glass cutting and assembly plant invested in lean production. This study, conducted during an exchange promoted by Science Without Borders, addresses the process of planning, implementing and monitoring the results of improvements aligned to lean manufacturing in one of the steps of the plants' productive process. The improvements implemented resulted in a 3% reduction of an organization's key performance indicator, associated to the loss of raw-material.

Key Words: Lean Production, loss, glass

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	OBJETIVO GERAL	12
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.2	ESTRUTURA DO PROJETO	12
2	METODOLOGIA	14
2.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	14
2.1.1	NATUREZA DA PESQUISA	14
2.1.2	ABORDAGEM	14
2.1.3	OBJETIVO	15
2.1.4	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	15
2.2	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1	PRODUÇÃO ENXUTA	19
3.1.1	CARACTERÍSTICAS E PRINCÍPIOS DO TPS	20
3.1.2	CLASSIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS	22
3.2	TÉCNICAS E FERRAMENTAS	24
3.2.1	DIAGRAMA DE ISHIKAWA	25
3.2.2	DIAGRAMA DE PARETO	26
3.2.3	KAIZEN	28
3.2.4	GESTÃO DE ESTOQUE	29
3.2.5	GAMIFICAÇÃO	31
3.2.6	GESTÃO À VISTA	33
3.2.7	GESTÃO POR INDICADORES	33
4	PESQUISA AÇÃO.....	35
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	35
4.1.1	A EMPRESA	35
4.1.2	PRODUTO E PROCESSO PRODUTIVO	35
4.2	PROJETO	41
4.2.1	PLANEJAMENTO	41
4.2.1.1	CONTEXTO DA ORGANIZAÇÃO	41
4.2.1.2	LIMITAÇÃO DA PESQUISA E INTERESSADOS	42
4.2.2	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	43
4.2.2.1	CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	43
4.2.2.2	FONTES DE DADOS E SISTEMAS	45
4.2.3	PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES	46
4.2.3.1	MÉTODO	47
4.2.3.2	MÃO DE OBRA	49
4.2.3.3	MEIO AMBIENTE	53
4.2.3.4	MÁQUINA	62
4.2.4	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	63
4.2.4.1	PRINCIPAIS OBSTÁCULOS	63
4.2.4.2	RESULTADOS	64
5	CONCLUSÃO	70
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
	ANEXO 1.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo da Pesquisa-Ação	17
Figura 2: Função Perda de Taguchi.....	22
Figura 3: Diagrama de Ishikawa	26
Figura 4: Gráfico de Pareto	27
Figura 5: Representação do produto.....	36
Figura 6: Fluxograma de vidro isolante	37
Figura 7: Estoque de vidros laminados	37
Figura 8: Mesa de Corte de Vidros laminados	38
Figura 9: Carrinho em "A"	38
Figura 10: Classificador	39
Figura 11: Carrinho de dedos	39
Figura 12: Posicionamento do quadro.....	40
Figura 13: Filas de carrinhos com residuais e perdas próximo a mesa de corte	42
Figura 14: Lote Otimizado	44
Figura 15: Exemplo de extração do Relatório Glassloss.....	45
Figura 16: Sistema Gestão de Perdas e Residuais.....	48
Figura 17: Exemplos de <i>Banners</i>	50
Figura 18: Balanço de geração e consumo de residuais	50
Figura 19: Glassloss diário por referência.....	51
Figura 20: Quadro de comunicação	51
Figura 21: Comunicação semanal ao administrativo (incompleto).....	52
Figura 22: Representação da zona de corte simplificada (fora de escala)	54
Figura 23: Planilha Kanban.....	55
Figura 24: Altura vs. comprimento das comandas.....	56
Figura 25: Representação zona de corte simplificada (fora de escala)	57
Figura 26: Gaveteiro de 10 posições – Classe A.....	58
Figura 27: Carrinho de dedos	59
Figura 28: Representação zona de corte simplificada (fora de escala)	59
Figura 29: Carrinho de Dedos - classe A	60
Figura 30: Zona 6 - referências B com posição fixa	60
Figura 31: Quadro de gestão de carrinhos.....	61
Figura 32: Número de Referências em Estoque.....	66
Figura 33: Metros quadrados de vidro laminado cortados.....	67
Figura 34: Nível de estoque de residuais	67
Figura 35: Número de residuais utilizados.....	67
Figura 36: Metros quadrados de residuais utilizados	68
Figura 37: Glassloss ao final do projeto.....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Característica da Pesquisa-ação e enquadramento no trabalho - Adaptada Cauchick Miguel 2009	16
Quadro 2: Relação entre etapas: Presente pesquisa x Cauchick (2009).....	17
Quadro 3: Princípios do TPS.....	21
Quadro 4: Resumo obstáculos e ações propostas - Método	49
Quadro 5: Resumo obstáculos e ações propostas – Mão de Obra.....	53
Quadro 6: Resumo obstáculos e ações propostas – Meio Ambiente.....	61
Quadro 7: Resumo obstáculos e ações propostas – Máquina.....	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Siglas

TPS	Sistema Toyota de Produção (<i>Toyota Production System</i>)
UNB	Universidade de Brasília
EPI	Equipamento de Proteção Individual
PVB	Polivinil Butiral
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>

O conceito de Melhoria Contínua surgiu a partir da criação do Sistema Toyota de Produção (TPS), por Taiichi Ohno. Esse novo modelo de produção foi construído, na década de 1970, devido à necessidade do mercado japonês, estando em um momento de escassez de recursos no pós-guerra, de competir com a indústria automobilística americana (OHNO,1997). O modelo combinou as melhores características de modelos existentes de forma a reduzir os desperdícios da organização.

No momento do surgimento do TPS já havia acirramento da competição e necessidade de adequação do modelo produtivo para um modelo mais econômico. Hoje, com mercados cada vez mais competitivos, globalizados e dinâmicos, a adequação das organizações para modelos de produção mais econômicos é mais comum.

Além da necessidade de competição, modelos econômicos de produção estão alinhados a um dos dezessete objetivos de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU). O objetivo de consumo e produção responsáveis está alinhado a redução substancial da geração de resíduos.

Nesse sentido, muitos conceitos e ferramentas decorrentes do TPS foram aprimorados e adaptados para que as empresas consigam ser mais eficientes e entregar mais valor ao seu mercado consumidor, seja gerando alternativas para geração de receitas ou alternativas para redução de custos e despesas por meio da eliminação de desperdícios e perdas.

Inserida nessa realidade, uma planta deficitária de corte e montagem de vidro, pertencente a uma multinacional de origem francesa, se viu na necessidade de melhorar seus processos produtivos e reduzir seus custos e despesas.

O presente trabalho, portanto, apresenta uma pesquisa, conduzida em uma planta de corte e montagem de vidro localizada no norte da França, destinada à redução das perdas de vidro em uma das etapas do processo produtivo. O estudo foi conduzido no âmbito de um intercâmbio universitário viabilizado pelo Programa Ciência Sem Fronteiras na França, durante do período de fevereiro a junho de 2016.

Ao longo do trabalho são apresentados os conceitos e ferramentas relacionados à Produção Enxuta, encontrados na literatura e usados na pesquisa. Também são percorridos os processos de identificação de uma temática alvo, planejamento do projeto de melhoria, implementação de ações e acompanhamento dos resultados do trabalho. Ao final, são destacados os principais ganhos e dificuldades do projeto de melhoria contínua.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a implementação de melhorias para redução de perdas de vidro laminado na etapa de corte em uma fábrica de corte e montagem de vidro.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir do objetivo geral exposto acima, os objetivos específicos do projeto são:

- Identificar na literatura científica os principais conceitos de produção enxuta para redução de desperdícios e perdas.
- Analisar o processo de planejamento, coleta de dados, análise de dados, planejamento de ações, implementação de ações e avaliação de resultados voltados para redução de perdas.
- Discutir sobre os principais obstáculos no desenvolvimento da pesquisa-ação.

1.2 ESTRUTURA DO PROJETO

O Projeto de Graduação está organizado em cinco capítulos. O primeiro deles é destinado à introdução do projeto e aos objetivos gerais e específicos da pesquisa realizada.

O capítulo seguinte detalha a metodologia usada na construção do trabalho. Este é fragmentado em dois componentes principais: a classificação da pesquisa e o procedimento metodológico adotado.

O terceiro capítulo apresenta todos os conceitos fundamentais da literatura necessários para a compreensão e desenvolvimento do trabalho. A revisão bibliográfica detalha a Produção Enxuta, seus princípios, bem como conceitos e ferramentas aplicados com o intuito de reduzir as perdas citadas nos objetivos do estudo.

Em seguida, o quarto capítulo detalha a pesquisa ação conduzida. Este é dividido em duas partes. Na primeira delas é apresentada a empresa onde foi desenvolvido o projeto, alguns conceitos chaves da organização, bem como o processo produtivo de forma simplificada e o produto produzido na planta industrial. A segunda parte detalha o planejamento do ciclo de melhoria e as ações conduzidas. Neste capítulo também são descritos os resultados das ações, bem como as principais dificuldades enfrentadas.

Por fim, o último capítulo apresenta a conclusão deste trabalho. Nele é feita uma avaliação do uso da teoria na prática e um levantamento de principais lições aprendidas. Os tópicos acima são correlacionados com os objetivos propostos pela pesquisa.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para Gil (2002), a pesquisa científica tem por objetivo dar respostas a problemas propostos, por meio de procedimento racional e sistemático. Já Minayo (1993, p.23) considera a pesquisa como “atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade”. Demo (1996), por sua vez, retrata a pesquisa como uma atividade cotidiana de questionamento sistemático e criativo.

Gil (2002) ressalta que a pesquisa se faz necessária quando não se possui informação suficiente ou quando a informação disponível está desordenada de forma que impeça a relação adequada com o problema.

De acordo com Silva e Menezes (2005), as pesquisas podem ser classificadas do ponto de vista da sua natureza, da forma de abordagem do problema, de seus problemas e dos procedimentos técnicos. As classificações de Silva e Menezes (2005) e a classificação mais adequada ao presente estudo são descritas nos tópicos a seguir.

2.1.1 NATUREZA DA PESQUISA

- Pesquisa Básica: Geração de novos conhecimentos sem aplicação prática;
- Pesquisa Aplicada: Geração de conhecimentos voltados para solução de problemas específicos de forma prática.

O presente trabalho é caracterizado como Pesquisa Aplicada, por ser desenvolvido com base em dados de um ambiente específico e as ações serem propostas para esse contexto.

2.1.2 ABORDAGEM

- Pesquisa Qualitativa: Interpretação de fenômenos e atribuição de significados, considerando que há relação indissociável entre mundo objetivo e subjetividade do indivíduo;
- Pesquisa Quantitativa: Tradução em números de opiniões e informações para permitir análise, por meio de recursos e técnicas estatísticas.

A abordagem quantitativa é predominante na pesquisa em questão, dado que o sucesso do estudo é medido a partir da performance do indicador de perda de vidros. Entretanto, alguns

fatores avaliados ao longo da pesquisa são obtidos a partir de percepções de empregados da fábrica, logo, contendo também um viés qualitativo.

2.1.3 OBJETIVO

- Pesquisa Exploratória: visa tornar um problema mais explícito e construir hipóteses, a partir do levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de casos que ampliem a compreensão do problema. Geralmente, são feitos por meio de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso;
- Pesquisa Descritiva: descrição de uma população ou fenômeno bem como identificação de relação entre fatores, a partir de técnicas de coleta de dados. De forma prática, encontra-se em Levantamentos;
- Pesquisa Explicativa: identificação de fatores que culminam na ocorrência de fenômenos, busca a explicação da razão das coisas. Geralmente, são Pesquisas Experimentais ou Pesquisas Expost-facto.

O estudo em questão tem caráter exploratório porque é focado na resolução de um problema específico a partir do levantamento de informações e entrevistas com pessoas envolvidas no processo. Envolve a implementação de soluções.

2.1.4 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

- Pesquisa Bibliográfica: construída a partir de livros, artigos de periódicos e materiais disponíveis na internet já publicados;
- Pesquisa Documental: feita com materiais não analisados para sua elaboração;
- Pesquisa Experimental: elaborada a partir da definição de um objeto de estudo e suas variáveis para observação e controle das influências que as variáveis têm sobre o objeto;
- Levantamento: contempla interrogações diretas ao público que se procura conhecer;
- Estudo de caso: direcionada a um estudo detalhado de poucos objetivos de forma a permitir seu amplo conhecimento;
- Pesquisa Expost-Facto: elaborada posterior aos fatos;
- Pesquisa Participante: desenvolvida a partir de interações entre pesquisadores e participantes da situação foco.

- Pesquisa-Ação: realizada em associação com a resolução de um problema.

A partir das classificações expostas e entendendo a necessidade de se verificar as características predominantes para a definição do tipo de pesquisa, o estudo em questão define-se como pesquisa-ação.

As principais características da pesquisa-ação e seu enquadramento com o trabalho em questão estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Característica da Pesquisa-ação e enquadramento no trabalho - Adaptada Cauchick Miguel 2009

Características	Presente Trabalho
O pesquisador toma ação (não é mero observador)	Atuação do pesquisador por meio da participação ativa na rotina de produção de vidro, incluindo reuniões de produção, reuniões de alinhamento entre troca de turno e reuniões de avaliação de indicadores.
A pesquisa-ação é interativa (cooperação e interatividade entre os envolvidos)	A interação e a cooperação se deu diariamente durante um período de 5 meses, de fevereiro a junho de 2016. A interação se deu com todos os níveis hierárquicos e com todas as áreas funcionais da organização.
A pesquisa-ação é fundamentalmente relacionada à mudança	A mudança é parte fundamental nesse estudo, pois este trata da implementação de melhorias para a redução de perda de vidro laminado. A intervenção do pesquisador ocorreu em várias dimensões e intensidades.
A pesquisa-ação pode incluir diferentes métodos e técnicas de coleta de dados (quantitativas e qualitativas)	A coleta de dados quantitativa para esse estudo utilizou dados extraídos de relatórios de histórico de indicadores, histórico de vendas, trabalhos desenvolvidos anteriormente etc. A coleta de dados qualitativa usou de <i>mini-surveys</i> informais com empregados e observação da rotina da fábrica.

2.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O trabalho foi conduzido em quatro principais etapas: Planejamento, Coleta e Análise de Dados, Planejamento e Implementação de Ações e Avaliação dos Resultados. Sendo uma pesquisa-

ação, Cauchick (2009) ressalta a importância de existir determinadas etapas na evolução do trabalho, conforme Figura 1.

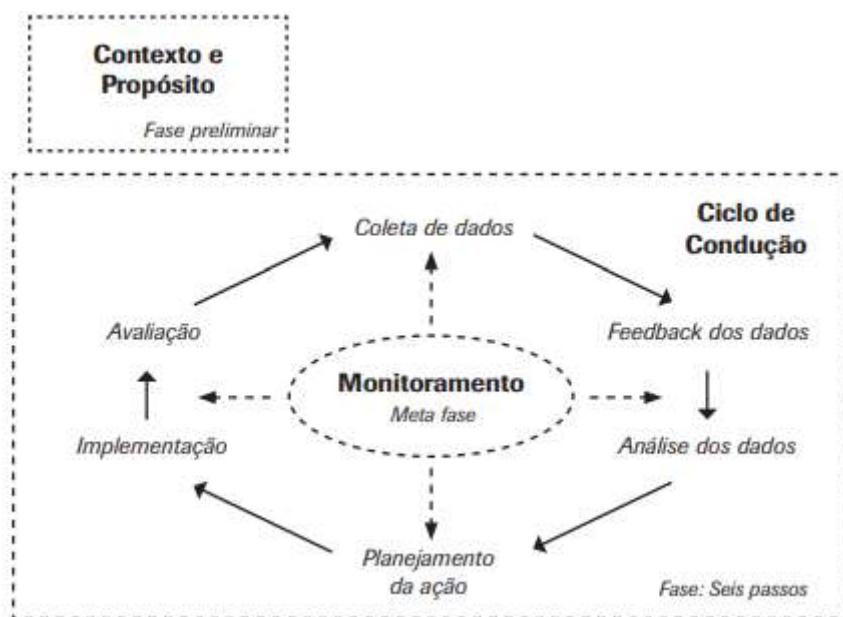


Figura 1: Ciclo da Pesquisa-Ação
Fonte: Cauchick, 2009

A Figura 1 e as fases de execução da pesquisa em questão se relacionam conforme evidenciado no Quadro 2.

Quadro 2: Relação entre etapas: Presente pesquisa x Cauchick (2009)

Presente Pesquisa	Cauchick (2009)
Planejamento	Contexto e Propósito
Coleta e Análise de Dados	Coleta de dados, Feedback dos dados e Análise dos dados.
Planejamento e Implementação de Ações	Planejamento da Ação, Implementação e Monitoramento
Avaliação dos Resultados	Avaliação

A etapa de Planejamento é composta por uma avaliação do contexto atual da organização, identificando junto ao Diretor da Planta industrial os principais problemas. As atividades de compreensão de um destes problemas, como identificação dos principais envolvidos e

impactados pelo problema e identificação dos limites de atuação do trabalho também compõe essa etapa. Esta é suportada pelos principais princípios do TPS e do conceito de Kaizen.

A segunda etapa abrange a identificação de fontes de dados e sistemas que suportam a execução dos processos relacionados à temática. Nesse momento também é definido o critério de avaliação das melhorias propostas e a forma de cálculo para se chegar no resultado dos indicadores, usando como base a Gestão por Indicadores.

A fase seguinte, Planejamento e Implementação de Ações é a de maior duração. Nesse momento são pensadas, planejadas e implantadas ações que viabilizem a redução das perdas, conforme enunciado no objetivo. Essas ações são alinhadas à investigação de causas raízes conforme o Diagrama de Ishikawa e à delimitação do estudo feita anteriormente, aos *stakeholders* mapeados e aos dados coletados. É também durante essa etapa que as ações implantadas são monitoradas e adaptadas de forma a obter o melhor resultado. Por esse motivo, a etapa de Monitoramento, proposta por Cauchick (2009), está contemplada nessa fase. O trabalho contido no “Planejamento e Implementação de Ações” é suportado pelos conceitos de Gestão de Estoque e ferramentas associadas, Diagrama de Pareto, Gestão à Vista, Gamificação, Gestão por Indicadores e Desperdícios enunciados por Ohno (1997).

A última etapa da pesquisa é a avaliação dos resultados obtidos e comparação desses com os objetivos propostos, bem como identificação dos principais obstáculos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRODUÇÃO ENXUTA

O Sistema Toyota de Produção (TPS) foi desenvolvido por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno a partir da sintetização e melhoria das diretrizes de modelos desenvolvidos por Ford e Taylor. Foi um estágio na evolução de técnicas e sistemas de produção (MAXIMIANO, 2008).

O seu desenvolvimento foi impulsionado pela necessidade de fabricantes japoneses de carros adaptarem sua produção a um mercado menor e com demanda variada. As restrições do mercado eram consequências da escassez de recursos e limitações tecnológicas do Japão na época (OHNO, 1997).

Os modelos de gestão desenvolvidos até então eram direcionados para mercados com menores restrições. O modelo de Ford, por exemplo, partia da premissa de recursos abundantes. Além disso, era focado na produção em massa, porque a demanda era superior à oferta e porque acreditava-se que quanto maior o lote, menor o custo unitário.

Portanto, foi necessária uma adaptação dos conhecimentos de gestão já estabelecidos para o mercado japonês buscando maior racionalização e economia. A implementação da Manufatura Enxuta, ou TPS, começou após a Segunda Guerra Mundial e foi atrair a atenção da indústria japonesa em 1973, após a crise do petróleo. (OHNO, 1997)

Para Womack (1998), vale comparar a produção enxuta com a produção artesanal e com a produção em massa a fim de se ter melhor compreensão do seu conceito. A produção artesanal permite a entrega de um produto ao cliente conforme sua necessidade, contudo a um custo elevado devido à baixa qualificação dos trabalhadores e à simplicidade do maquinário. A produção em massa, por sua vez, demanda maior especialização dos empregados e maquinário mais caro, para produção em maior volume com menor variabilidade. Já a produção enxuta combina os dois conceitos evitando a rigidez da produção em massa e os custos elevados da produção artesanal.

Lustosa et al. (2008) destaca que os objetivos fundamentais da produção enxuta são a flexibilidade e qualidade do processo, aumentando sua capacidade produtiva para concorrer em um cenário cada vez mais competitivo. Maximiliano (2008) completa que o TPS consiste em fabricar com o máximo de economia de recursos.

O conceito inicial do TPS era baseado na completa eliminação de desperdício. Com dois pilares fundamentais: o *just-in-time* e a autonomia. (OHNO, 1997).

O *Just-in-time* determina que, em um fluxo de produção, as partes componentes de um produto cheguem a linha de montagem apenas no momento que são necessárias e na quantidade necessária. Aplicando esse modelo integralmente, chega-se a estoque zero. Contudo, é desafiador aplicar o JIT de forma integral em todos processos envolvidos no plano de produção (OHNO, 1997).

A autonomia é conhecida como automação com toque humano ou “Jidoka”. Significa que a máquina possui um dispositivo de parada automática, ou de segurança, ou de parada de posição fixa entre outros. O resultado da autonomia é que não há necessidade de atenção humana dedicada exclusivamente a uma máquina, esta recebe atenção humana apenas quando há uma sinalização de anormalidade. E por esse motivo é possível reduzir o número de operadores. (SHINGO, 1996a; OHNO, 1997).

3.1.1 CARACTERÍSTICAS E PRINCÍPIOS DO TPS

Slack et al. (2002) enumera alguns termos utilizados para o modelo de produção desenvolvido pela Toyota, são eles:

- a) Produção enxuta;
- b) Produção sem estoques;
- c) Eliminação de desperdícios;
- d) Manufatura de fluxo contínuo;
- e) Manufatura de alto valor agregado;
- f) Manufatura veloz.

Destaca ainda que a Manufatura Enxuta pode ser entendida como uma filosofia de gerenciamento da produção ou como um método de planejamento e controle de operações. É apoiada por ferramentas e técnicas que guiam as decisões de gestores. Estas, por sua vez, são orientadas a quatro conceitos principais que viabilizam a implantação do TPS:

- Qualidade: evita distúrbios que reduzem o fluxo de materiais e a confiabilidade interna de fornecimentos e que ocasionam geração de estoque;

- Velocidade: é essencial para que se consiga atender à demanda do cliente com a produção e não com estoques;
- Confiabilidade: viabiliza a velocidade do fluxo de produção;
- Flexibilidade: é necessária para que se consiga produzir lotes pequenos, com fluxo rápido e *lead-times* reduzidos. (SLACK, 2002)

Para Womack et al. (2004), a manufatura enxuta depende da construção de uma mentalidade enxuta, indo além das técnicas e ferramentas. Por isso, estabeleceram 5 princípios básicos, descritos no Quadro 3.

Quadro 3: Princípios do TPS

Princípio	Descrição
Valor	O valor é definido de acordo com a ótica do cliente. A empresa deve ser capaz de entregar um produto/serviço que atenda à necessidade do cliente no momento correto a um preço específico.
Fluxo de Valor	Identificado o valor, a empresa deve ser capaz de mapear o conjunto de processos envolvidos e classificar as atividades que agregam valor, as atividades que não agregam valor porém são necessárias e as atividades que são dispensáveis.
Fluxo contínuo	O fluxo deve ser suavizado de forma que haja redução nos estoques e nos tempos de produção. Este princípio combate a visão de departamentos.
Produção puxada	A produção é feita no momento certo e conforme as especificações dos clientes, reduzindo estoques.
Estado Ideal	Conforme a aplicação dos outros conceitos, a empresa se aproxima cada vez mais do que o cliente de fato necessita. A busca por melhorias é constante.

Maximiano (2008) completa que junto ao conceitos e princípios acima, agrupados por ele como qualidade e eliminação de desperdícios, o TPS depende do comprometimento e envolvimento dos funcionários. Barbalho (2017) destaca que, devido a contribuição restrita de funcionários de linha e supervisores, a taxa de implantações de produção enxuta de sucesso é baixa.

3.1.2 CLASSIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS

O TPS, como descrito ao longo dos tópicos anteriores, é pautado na eliminação total do desperdício. Para se compreender o conceito de desperdício é necessário diferenciá-lo do conceito de perda.

De acordo com Taguchi (1990), as perdas estão intimamente ligadas à definição de qualidade. Para o autor, a qualidade pode ser definida como busca pela eliminação de perdas para a sociedade. A produção, o uso e o descarte de um produto acarretam prejuízos (perdas) para a sociedade, portanto melhor será a qualidade de um produto, quanto menor for o prejuízo (TAGUCHI; CHOWDHURY, 1999).

A função perda é uma expressão matemática que declara o desvio das especificações de um produto ou processo do seu valor alvo em termos de perdas monetárias (MEDRI et al., 2010), conforme ilustrado na Figura 2.

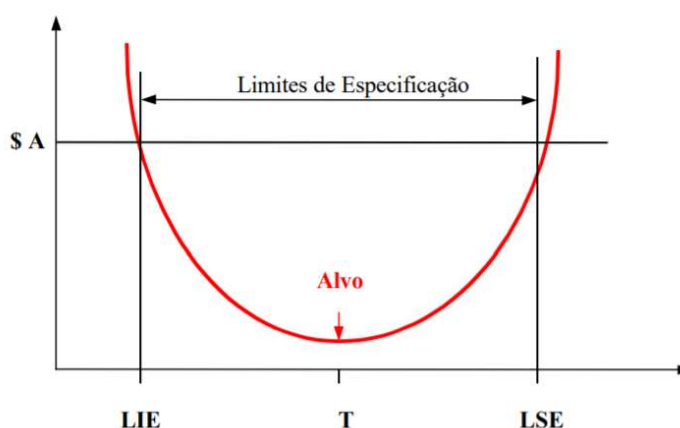


Figura 2: Função Perda de Taguchi
Fonte: Kackar, 1986

Já para a compreensão dos desperdícios, é necessário que se tenha em mente os seguintes pontos:

- O aumento de eficiência só é aconselhável quando está ligado a redução de custos. Produz-se o que é necessário com o mínimo de mão-de-obra.
- A eficiência deve ser melhorada em cada estágio e de forma global – desempenho de um operador, desempenho de uma linha, desempenho de todas as linhas (OHNO, 1997).

Partindo desse princípio, é preciso que sejam identificados todos os desperdícios, que são entendidos como quaisquer atividades que não agregam valor. A Toyota identificou sete tipos

de desperdícios, que são aplicáveis para diferentes operações, seja de serviço ou manufatura, conforme descritos abaixo (SLACK, 2002):

a) Superprodução:

É a maior das fontes de desperdício e segundo Ohno (1997) é a pior delas, pois mascara as outras perdas. Shingo (1996) afirma que a eliminação desse tipo de desperdício é um dos objetivos principais do Sistema Toyota de Produção e o classifica em dois tipos. O primeiro tipo é a superprodução quantitativa que consiste na produção a mais do que é necessário para a etapa de produção seguinte, gerando sobra de produtos e formação de estoques. O segundo tipo é a superprodução por antecipação que é a finalização da produção antes do prazo determinado para a entrega, essa perda está associada a pedidos urgentes ou a manutenção da taxa de ocupação das máquinas.

b) Tempo de espera:

É o desperdício relacionado ao tempo que os operadores e máquinas não estão sendo utilizados de forma produtiva (ANTUNES et al., 2008). Shingo (1996) destaca que essas perdas são decorrentes de dificuldade de sincronização e nivelamento do fluxo de produção. Ele ainda classifica os desperdícios de espera em dois. O primeiro é quando um lote inteiro fica em espera enquanto o lote anterior está em processamento, inspeção ou transporte. O segundo ocorre quando durante o processamento de um lote, a parte do lote já finalizada espera em estoque.

c) Transporte:

Segundo Slack et al. (2002), muitas empresas aceitam essa atividade em seus processos como uma prática padrão. As atividades de transporte são aquelas que movimentam materiais sem agregar valor e que geram custos. Antunes (2008) ressalta que as principais formas de atacar as causas são melhorias voltadas para *layout* e para rotas.

d) Processo:

As perdas de processos são decorrentes de projeto ruim de componentes ou de manutenção ruim e, portanto, são desnecessárias (SLACK et al., 2002). Para Ghinato (1996), esse desperdício corresponde a etapas do processamento que poderiam ser descartadas sem interferir nas funções e características básicas do produto/serviço em questão.

e) Estoque:

Essa perda está associada a altos custos financeiros, custos de armazenagem, além de risco de obsolescência dos produtos parados. Ela não se limita a estoques de produtos acabados, mas também de matérias-primas e produtos intermediários. Para Slack (2002) os estoques só podem ser reduzidos atacando suas causas. Elas são atacadas através do nivelamento de quantidades, adoção de produção de pequenos lotes e balanceamento da quantidade a ser produzida com a capacidade de processamento (SHINGO, 1996b).

f) Movimentação:

É o movimento dispensável na execução de atividades ao longo do processo. Segundo Shingo (1996a), essas perdas não são de fácil identificação devido ao desconhecimento da operação padrão. Portanto, é necessário que haja a definição dos padrões para posterior racionalização dos movimentos. A simplificação do processo por meio da melhoria de dispositivos é uma alternativa para a diminuição dessa perda (SLACK et al., 2002).

g) Produtos defeituosos:

É relacionada à fabricação de produtos acabados ou seus componentes que não correspondem à requisitos mínimos do projeto (ANTUNES, 2008). Essas perdas têm impacto em desperdício de matéria-prima, tempo, manipulação, energia entre outros. É de fácil percepção e, por isso, é comumente medida pelas empresas.

3.2 TÉCNICAS E FERRAMENTAS

Para implantar os conceitos e práticas que permeiam TPS se fazem necessárias algumas ferramentas e técnicas. De acordo com Barbalho (2017), as ferramentas de produção enxuta mais aplicadas são o just in time (JIT), o mapeamento do fluxo de valor, o balanceamento da produção e a padronização baseada no 5S. O presente estudo não aborda de forma exaustiva todas as ferramentas que auxiliam a implantação da produção enxuta, tampouco usa as ferramentas mais comuns. Em consonância com a direção da planta, sua familiaridade com determinados conceitos, as restrições de recursos da organização e o tempo de realização do projeto, as ferramentas, técnicas e conceitos utilizados foram Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, Kaizen, Gestão de Estoque, Gamificação, Gestão à Vista e Gestão por Indicadores.

3.2.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Conhecido como Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de Causa Efeito, este é uma forma efetiva de explorar as raízes de disfunções (SLACK et al., 2002) e mostrar suas relações. De acordo com Ballesterio-Alvarez (2010), esse método viabiliza a estruturação das causas de um problema e seus impactos nos processos e no nível de qualidade do produto.

O diagrama também é comumente chamado por Diagrama 6M, por estratificar os problemas com base em seis aspectos. São eles:

- Método: processos e atividades desempenhadas no sistema de trabalho, bem como rotinas e padrões de execução de atividades;
- Máquina: desempenho e funcionamento do maquinário;
- Matéria-prima: materiais utilizados nas atividades. Geralmente demanda alinhamento com fornecedor;
- Mão de Obra: capacitação dos empregados, motivação a realizar determinada atividade e disposição para cumprir determinados padrões necessários;
- Meio Ambiente: fatores do ambiente como temperatura, umidade e aspectos ergonômicos;
- Medida: instrumentos de medição, periodicidade de medida e acompanhamento dos resultados.

A Figura 3: Diagrama de IshikawaFigura 3 apresenta um exemplo de um diagrama de Causa e Efeito.

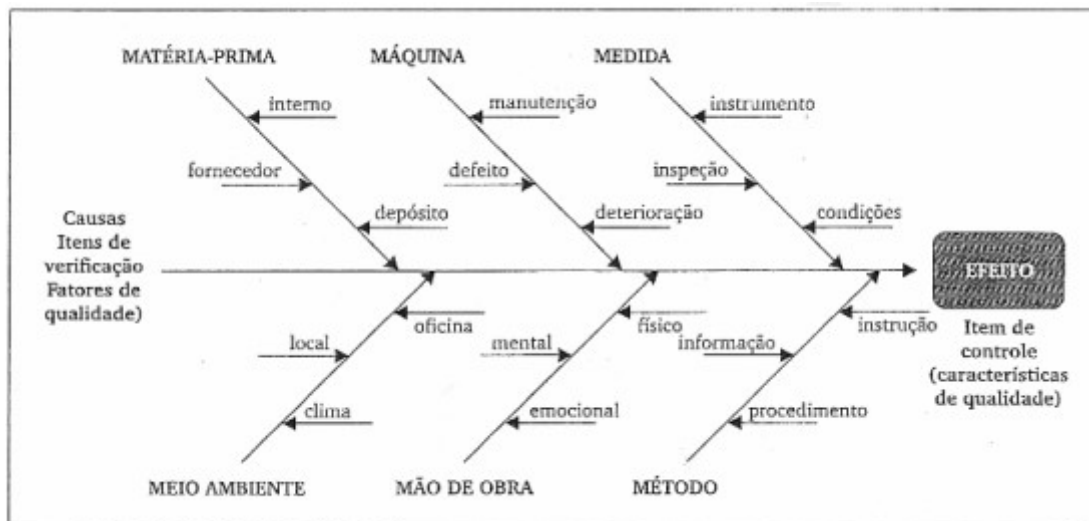


Figura 3: Diagrama de Ishikawa
Fonte: Ballesterio-Alvarez 2010

Slack et. Al (2002) define algumas instruções para o uso do Diagrama. A primeira é a identificação e definição do problema que será colocado na caixa “efeito”. Posteriormente, devem ser definidas as ramificações do problema, que, de acordo com o autor, podem ou não ser as mesmas categorias mais usadas descritas acima. Depois, deve ser feita uma busca sistemática de potenciais causas do efeito escolhido. Esta busca pode ser feita por meio de *brainstorming* e por meio de entrevistas com envolvidos na operação. E finalmente, todas as causas potenciais devem ser classificadas nas categorias escolhidas e discutidas de forma a esclarecer as causas do efeito principal.

3.2.2 DIAGRAMA DE PARETO

A Análise de Pareto é originária do economista italiano Vilfredo Pareto. No final do século 19, o economista conclui que 80% da riqueza de seu país estava concentrada na renda de 20% das pessoas. Juran aplicou essa mesma proporção para problemas de qualidade dentro das organizações, enunciando que os defeitos e seus custos atrelados são provenientes de um número reduzido de causas (PEINALDO, 2007).

Para Talib et. al (2010) a Análise de Pareto é uma técnica estatística para tomada de decisão que é usada para a seleção de um número limitado de atividades que geram um resultado geral efetivo, ou seja, é a identificação de fatores ou atividades que geram o maior impacto, em termos percentuais.

Ela é feita a partir do ranqueamento de dados/fatores em ordem decrescente. A soma da frequência de todos os dados é o 100%. Os fatores “poucos e vitais” somam um valor percentual

acumulado significativo (próximo de 80%). Já os “muitos e triviais” somam aproximadamente 20%. Essa relação é conhecida como regra dos 80-20 enunciada por Vilfran Pareto (TALIB et. al, 2010).

A análise de pareto é representada em forma de gráfico de barras, combinado a um gráfico de linha, conforme ilustrado na Figura 4. O gráfico de barras representa a frequência dos fatores em ordem decrescente e o gráfico de linhas representa o percentual acumulado. Assim, permite a visualização das causas vitais de determinado problema. Nesse sentido, a análise torna-se relevante para a manutenção de um processo de melhoria contínua.

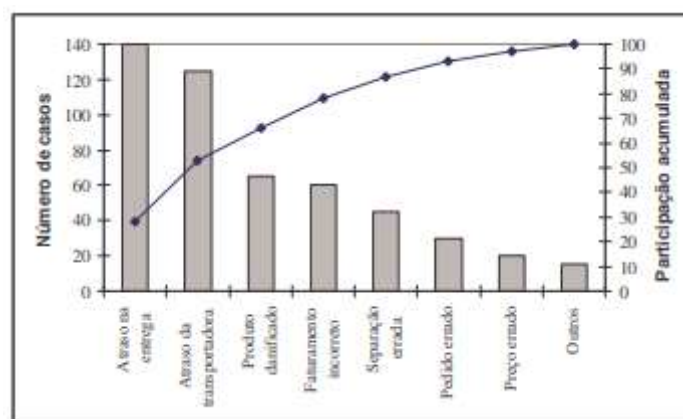


Figura 4: Gráfico de Pareto

Fonte: BALLESTERO-ALVAREZ, 2010

Para Oliveira (2005), o emprego da Análise ou Diagrama de Pareto se estende a:

- Apontar, especificar e analisar problemas e suas respectivas causas;
- Estratificar e escolher as ações que focalizam os melhores resultados;
- Atestar os efeitos das intervenções;
- Apurar o cenário atual por meio de diagramas históricos analisando os impactos das alterações realizadas no processo;
- Especificar as grandes causas dos problemas e os fatores motivadores dos maiores impactos com o objetivo de eliminar a causa; e
- Definir as propostas de um projeto por meio da identificação das principais fontes de custo, não-conformidades, atividades que não agregam valor entre outras.

O emprego do Diagrama de Pareto, portanto, pode ser feito em diversos contextos e permite a identificação de causas principais de determinado problema e o consequente direcionamento de ações.

3.2.3 KAIZEN

A perfeição está enraizada na cultura japonesa. Em um âmbito industrial, os japoneses irão se esforçar ao máximo para produzir peças/produtos sem erros. Nesse contexto, foi criada a ferramenta kaizen, que é traduzida como melhoria contínua.

Esta consiste no principal ponto da filosofia da qualidade total, que busca melhorias em todos os aspectos de uma empresa. Peinaldo (2007) afirma que, para a aplicação desse conceito é necessário o desenvolvimento de uma cultura de progresso constante em todas as atividades da empresa.

Segundo Slack et al. (2002), a melhor definição de Kaizen foi enunciada por Masaaki Imai, um dos seus proponentes. A definição de Masaaki Imai é:

Kaizen significa melhoramento[...]. Quando aplicada para o local de trabalho, kaizen significa melhoramentos contínuos envolvendo todo mundo – administradores e trabalhadores igualmente. (SLACK et. al, 2002)

Slack et al. (2002) complementa essa definição colocando que “no melhoramento contínuo não é o tamanho de cada passo que é importante”. O importante é que os melhoramentos sejam feitos por todos, de forma frequente e incremental.

Moreto (1999) ressalta que o kaizen prega pequenas melhorias, implantadas em um curto período, com baixo investimento e com resultados imediatos. Ainda de acordo com ele, as melhorias são estruturadas a partir de grupos kaizen, que são multidisciplinares e que sabem trabalhar em equipe. Esses grupos buscam melhorias dentro do ambiente de trabalho, que vão desde melhorias em ergonomia a melhorias de qualidade.

O modelo de referência para a execução da melhoria contínua é o PDCA. O nome PDCA vem das palavras da língua inglesa *plan*, *do*, *check* e *act*. As principais atividades dentro de cada uma dessas etapas são:

- *Plan*: Identificação do problema, observação, análise para descobrir causas e plano de ação;
- *Do*: Ação;
- *Check*: Verificação;

- *Act*: Padronização e conclusão (PEINALDO, 2007).

3.2.4 GESTÃO DE ESTOQUE

Para que se detalhe a gestão de estoques, se faz necessário o entendimento do conceito de estoques. Slack et al. (2002) o define como “acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação”. Eles existem porque há um descompasso no ritmo de suprimento e demanda.

Um dos fatores primordiais para o gerenciamento de estoques, é sua avaliação do ponto de vista de custos, ou do valor de capital investido. O valor do capital investido em estoques em algumas organizações chega a ser o valor mais significativo do balanço patrimonial (PEINALDO, 2007).

E, a fim de reduzir os custos ou desperdícios com estoques, as operações trabalham de forma a balancear as taxas de fornecimento e de demanda (SLACK et al., 2002). Para que isso seja feito, as três principais decisões que permeiam o gerenciamento de estoques devem ser avaliadas. São elas:

- Quanto pedir: define o volume de ressuprimento, ou seja, o tamanho do pedido a ser feito.
- Quando pedir: define em que nível de estoque o pedido de ressuprimento deve ser feito, levando em consideração o *lead time* do pedido.
- Como controlar o sistema: define a rotinas e os procedimentos da gestão dessas decisões. Envolve definição de gestão da informação, nível de priorização de itens do estoque entre outros (SLACK et al., 2002).

As decisões enunciadas acima são apoiadas por diversos modelos, que podem ou não adotar visões probabilísticas de demanda e de *lead time*. Contudo, ainda que haja a adoção desses modelos, estes não são suficientes dada a complexidade e a dinamicidade da gestão do estoque. Por isso, Slack et al. (2002) sugere que os gestores de estoques façam duas coisas:

- Distingam os diferentes itens de um estoque de modo a aplicar um grau de controle diferente para cada um;
- Invistam em um sistema de informação que seja capaz de gerir conjuntos de particularidades de um determinado estoque.

Prioridade de Estoque – Sistema ABC

Em qualquer estoque de mais de um item, naturalmente existem itens com maior relevância que outros. A importância é dada seja pela quantidade demandada de determinado item pelo mercado, ou pelo valor unitário elevado desse item (SLACK et al., 2002).

O sistema de classificação ABC, usa esse princípio de diferença de relevância de elementos com base no capital investido, para viabilizar níveis de acuracidade no gerenciamento do estoque distintos (PEINALDO, 2007).

Para Slack et al. (2002), a melhor forma de determinar a relevância dos itens é por meio da avaliação da movimentação de valor. A movimentação de valor é feita pelo produto entre o volume de itens e seu valor unitário.

A partir do valor obtido sugere-se o uso do Diagrama de Pareto para apontar quais são os poucos itens que representam maior proporção do valor total em estoque. Foram criadas 3 categorias principais:

- Itens classe A: são 20% dos itens de valor elevado que refletem em aproximadamente 80% do valor total do estoque.
- Itens classe B: são os elementos de valor intermediário, geralmente os 30% dos itens seguintes e que somam cerca de 10% do valor total.
- Itens classe C: são os itens de valor menor, que mesmo que representem aproximadamente 50% do total da variedade de elementos em estoque, totalizam apenas 10% do valor total de itens estocados. (SLACK et al., 2002)

Os percentuais ilustrados acima podem variar de organização para organização. Mas a relação de valores e variedade de itens geralmente é retratada pela concentração de um grande valor de estoque em um número pequeno de tipos de itens.

A relação da curva ABC também pode ser construída levando em consideração apenas volume em estoque ou apenas valor em estoque. Essa decisão é feita pela organização para que a ferramenta se adeque melhor ao seu uso na empresa. Por exemplo, quando se quer olhar o espaço ocupado pelo estoque em um armazém, é mais coerente que se use a curva ABC pelo volume estocado.

Peinaldo (2007) ressalta que a classificação ABC também pode ser aplicada em outros tipos de listagem, como: fornecedores, clientes, produtos ou mercadorias entre outros.

Sistema de informação de estoque

Os estoques são usualmente gerenciados por meio de sistemas de informações computadorizados sofisticados, com algumas funções chave como atualização dos registros de estoque, geração de pedidos, geração de relatório de status de estoque e previsão de demanda (SLACK et al. 2002). A necessidade de sistemas computadorizados é decorrente da complexidade, pluralidade e dinamicidade das variáveis para tomada de decisão.

Taiichi Ohno pensou em uma forma de facilitar o gerenciamento das informações do estoque, a partir da adaptação do sistema de abastecimento utilizado nos supermercados às linhas de produção Toyota, criando o Kanban. O Kanban, do japonês cartão, é um sistema de controle visual de abastecimento de estoque, que pode usar desde cartões a sinais sonoros. Para a implantação do Kanban, é premissa que a “produção comanda o estoque” (PEINALDO, 2007).

A implantação de sistemas de informações robustos e a incorporação do controle visual dos estoques dependem da capacidade de investimento da organização. Por isso, em algumas empresas a gestão dessas informações é feita de modo simplificado, a partir de planilhas de Excel.

3.2.5 GAMIFICAÇÃO

De acordo com a Harvard Business Review (2015), um dos desafios das organizações atualmente tem sido a escolha e implantação de ferramentas e métodos corretos em seus processos. Mas um desafio maior ainda, é fazer com que os empregados, de fato, adotem os novos modelos e ferramentas escolhidos. A gamificação surge como uma forma de encorajar que as pessoas invistam tempo nos novos métodos e ferramentas, evitando o desperdício do investimento feito para esses novos modelos. De fato, muitas organizações usaram gamificação em seus sistemas e obtiveram êxito nos últimos anos (PIRAS, et al, 2013).

A gamificação é o uso de técnicas motivacionais, como aquelas usadas na indústria de videogames, para influenciar um novo comportamento. Fardo (2013) complementa que este é um conceito em crescimento que se origina da popularização dos jogos e dos seus benefícios para tomada de ação, resolução de problemas e estímulo ao aprendizado em diversas áreas.

A aplicação deste conceito tem o objetivo de motivar, engajar e fidelizar clientes e usuários (ZICHERMANN e CUNNINGHAM, 2012). Para o alcance do seu objetivo:

A gamificação pressupõe a utilização de elementos tradicionalmente encontrados nos games, como narrativa, sistema de *feedback*, sistema de recompensas, conflito, cooperação, competição, objetivos e regras claras, níveis, tentativa e erro, diversão,

interação, interatividade, entre outros, em outras atividades que não são diretamente associadas aos games [...]. (FARDO, 2013)

Huizinga (1980) complementa a definição com base nas principais características de jogos:

- Participação opcional: é de escolha do empregado participar ou não;
- Distração: por não ser obrigatório, pode ser encarado como passatempo;
- Fuga da “realidade”: não deve ser tido como rotina;
- Objetivo: tem alvo definido;
- Regras: precisa de diretrizes de funcionamento;
- Resultados: precisa de um sistema de medição de resultado;
- Finalização: deve ter data fim.

Segundo a Harvard Business Review (2015), a gamificação usa três impulsos humanos básicos, são eles:

- Autonomia: você controla o seu próprio ritmo;
- Domínio: você evolui com o passar do tempo;
- Senso de propósito: você está direcionado a um objetivo específico.

Um quarto fator também pode ser considerado para o uso da gamificação, que é o fator social. Nele é explorada a possibilidade de combinar habilidades com outros jogadores, ou empregados, e a comparação de resultados entre eles gerando competição.

A partir dos conceitos utilizados nos jogos e algumas indicações de aplicação de gamificação em empresas, Fardo (2013) estabelece algumas diretrizes para a utilização da gamificação, são elas: disponibilizar diferentes experimentações, incluir ciclos rápidos de *feedback*, aumentar a dificuldade das tarefas conforme a evolução de habilidades, dividir tarefas complexas em outras menores, incluir o erro como processo de aprendizagem, incorporar a narrativa como contexto dos objetivos, promover a competição e a colaboração nos projetos e levar em conta a diversão.

As orientações sugeridas por Fardo devem ser avaliadas conforme o contexto e o objetivo almejado com a gamificação. Bem como o número e intensidade de cada um dos componentes de *games* deve ser ajustado à realidade da organização e à sua cultura. Dado o movimento crescente dessa prática, não há um caminho único para o atingimento de bons resultados. A

escolha dentre a variedade de elementos e suas possibilidades de aplicação e combinação são determinantes para o resultado da ação.

3.2.6 GESTÃO À VISTA

De acordo com a Harvard Business Review (2015), a Gestão à Vista vem para permitir que os envolvidos em uma operação tenham *feedbacks* mais precisos e rápidos a respeito do desempenho de processos, de forma a gerar correções para melhoria da performance do sistema. A gestão à vista tem por finalidade a administração de determinado processo, de maneira facilitada e rápida.

A Harvard Business Review (2015) afirma que a falta de visibilidade do desempenho pode criar grandes problemas para as organizações. Em muitas delas ainda é comum que as discussões de desempenho sejam feitas semanalmente em uma reunião curta de atualização de status ou em alguns casos, o desempenho só é avaliado uma vez que se tem o resultado mensal fechado. Nesses dois modelos apresentados, há um atraso entre a execução do processo e sua avaliação para possível implementação de medidas corretivas, dando pouca celeridade ao processo de melhoria contínua.

Dentre os principais benefícios da gestão à vista elencados pela Harvard Business Review (2015), destacam-se a melhoria do fluxo geral de informações e otimização do tempo de discussão de resultados. Dado que a gestão à vista permite acesso ao status de atividades e as medições estão sempre em exibição para quem estiver interessado, há redução de e-mails e sobrecargas de reuniões explicando o contexto atual, sobrando mais tempo para discussão dos resultados em si e definição de ações a serem tomadas.

Greif (1991) destaca que além da melhoria da comunicação da empresa, a gestão à vista promove maior coesão e alinhamento entre os empregados, estimula a proposição de soluções por parte dos empregados e transforma a comunicação baseada em suposições para uma comunicação baseada em dados.

3.2.7 GESTÃO POR INDICADORES

Para Slack et al. (2002), não importa quão bem definidas e gerenciadas as operações, todas são passíveis de melhoria. Mas para que isso ocorra, a gestão deve ser capaz de definir quão boa a operação é. E para tanto, se faz necessária a presença da medida de desempenho em toda operação produtiva.

Ainda de acordo com Slack et al. (2002), a “medida de desempenho é o processo de quantificar ação, onde medida significa o processo de quantificação e o desempenho da produção é presumido como derivado de ações tomadas por sua administração”.

Já Costa Junior (2012) define os indicadores de desempenho como representações visuais ou numéricas que expressam a condição de uma atividade. Através deles, a empresa pode obter o monitoramento dos processos produtivos, o gerenciamento das atividades, o acompanhamento das metas e dos objetivos.

Corrêa (2010), por sua vez, define a medida de desempenho como o método de quantificação da eficiência e da eficácia das atividades em uma operação.

Porém, mais do que apenas medir o desempenho das atividades, a empresa deve medir o desempenho no viés correto. Lustosa et al. (2008) define que um dos principais objetivos dos indicadores de desempenho é permitir a entrega das necessidades e expectativas dos clientes. Portanto, é sugerida a abordagem de cinco objetivos do desempenho que conduzem à satisfação do cliente. São eles: velocidade, qualidade, flexibilidade, confiabilidade e custo e (SLACK et al. 2002).

Tendo os indicadores alinhados às expectativas dos clientes, é necessário que a organização crie parâmetros para julgar se o resultado de um indicador é bom ou ruim. O parâmetro de avaliação dos indicadores de desempenho pode ser definido com base em alguns padrões, são eles: padrões históricos, padrões de desempenho alvo (meta), padrão de desempenho da concorrência, *benchmarkings* entre outros (SLACK et al. 2002). A definição de limites satisfatórios e insatisfatórios de indicadores permite priorização de melhorias de uma operação.

Com os resultados dos indicadores avaliados, é necessário que a empresa identifique os principais pontos fracos da operação, priorize ações de melhorias e implemente-as. O acompanhamento e avaliação dos indicadores deve ser feito ao longo do tempo, para validar os resultados das ações de melhoria em implementação.

De acordo com Neumann (2013), em qualquer processo é essencial acompanhar o desempenho por meio de análise de indicadores e comparação dos resultados com os objetivos e as metas definidas. Esse monitoramento resulta em devidas ações de melhoria contínua, fundamentais para todo processo.

Tendo em vista os conceitos apresentados acima e os objetivos propostos nesta pesquisa, este capítulo trata da aplicação dos conceitos relacionados à produção enxuta em uma fábrica de corte e montagem de vidro.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

4.1.1 A EMPRESA

A planta onde o trabalho foi desenvolvido é parte da manufatura de materiais inovadores de um dos maiores grupos empresariais franceses. O grupo oferece uma vasta variedade de vidros confiáveis e duradouros para aplicações internas e externas. Seus produtos são geralmente produzidos e distribuídos conforme a demanda de indústrias, comerciantes e artesãos atuantes no setor de construção civil.

A unidade em questão tem atuação específica dentro do grupo empresarial. A sua principal atividade é a produção de vidro isolante. Como parte da estratégia da unidade para aumento de lucratividade, houve um investimento em vidros laminados que são mais caros e seguros.

A empresa trabalha com uma centena de referências de vidros e sua produção é acionada sob demanda. A produção puxada exige que as diversas etapas do processo produtivo sejam alinhadas e fluidas para que se entregue o produto para o consumidor com o menor tempo possível. A relação entre fornecedor e empresa também deve ser integrada.

A planta conta com 45 colaboradores. O ateliê funciona em três turnos de 8 horas, enquanto a área administrativa funciona em um único turno também de 8 horas.

Além de situar a organização a respeito de seu fluxo produtivo e seu funcionamento, é importante ressaltar que seu maior desafio à época era sua situação financeira. Em razão da crise do setor de construção civil na França, em 2015 a unidade fechou seu balanço financeiro com um déficit de um milhão de euros. Por esse motivo, no momento de realização do projeto, os esforços comerciais e de produção buscavam reverter a situação financeira da unidade.

4.1.2 PRODUTO E PROCESSO PRODUTIVO

O principal produto da fábrica é o vidro isolante, representado na Figura 5. Este é composto por duas placas de vidro, escolhidas e cortadas conforme a necessidade do cliente. Os dois vidros

são agrupados com um quadro entre eles. O quadro é preenchido de agentes desidratantes que evitam problemas de umidade. O quadro deixa um espaço entre os dois vidros, espaço este que é preenchido de gás argônio para dar propriedades isolantes ao produto.

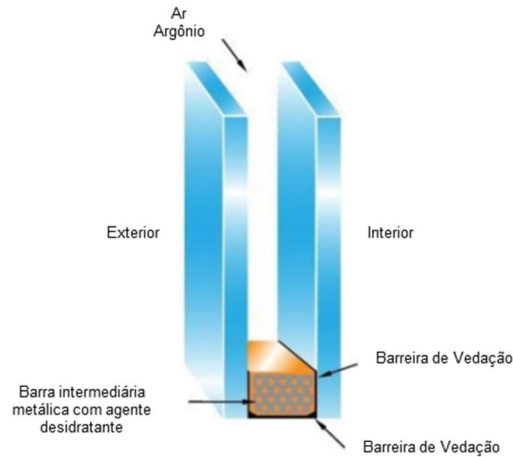


Figura 5: Representação do produto

O vidro isolante pode ser produzido a partir de três tipos de vidros diferentes:

- Vidro simples: composto de uma única lâmina de vidro, que pode variar de espessura.
- Vidro laminado: composto por duas folhas de vidro simples, com uma ou mais camadas de Polivinil Butiral (PVB) entre eles. Esse tipo de vidro é mais seguro, pois em caso de quebra, os pedaços de vidro ficam colados à folha de PVB.
- Vidro impresso: vidro simples com motivos estéticos.

Como dito anteriormente, o foco da fábrica passou a ser os vidros laminados devido ao maior valor agregado e maior margem de lucro.

Para a produção do vidro isolante laminado descrito acima, algumas etapas são necessárias, ilustradas na Figura 6.

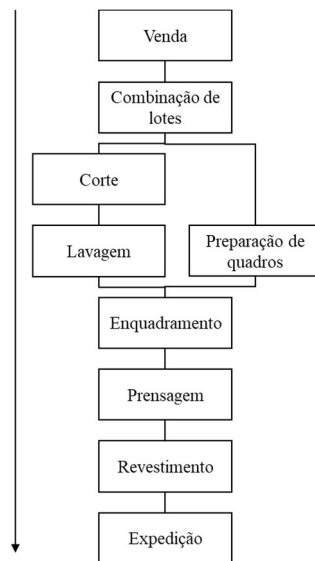


Figura 6: Fluxograma de vidro isolante
Fonte: O autor

Essas podem ser agrupadas em duas fases principais: o corte e a montagem. O corte abrange a venda, combinação de lotes e o corte. Já a montagem diz respeito às demais etapas ilustradas na Figura 6.

a) Corte:

A produção de vidros isolantes na fábrica depende do corte de placas de vidros encomendadas do grupo empresarial. As placas de vidro têm tamanho padrão de 3210 x 6000 milímetros. A estocagem desses artigos é separada de acordo com seu tipo (simples, laminado e impresso) e são organizados em classificadores. Os classificadores dos artigos laminados estão ilustrados na Figura 7.



Figura 7: Estoque de vidros laminados
Fonte: O autor

Para o transporte entre o estoque e as mesas de corte são usadas ventosas ou pinças que possuem deslocamento limitado. Havia um total de 5 mesas de corte na fábrica, duas destinadas aos vidros simples, uma destinada aos vidros impressos e outras duas para os vidros laminados, o foco do estudo. A Figura 8 representa uma das mesas de corte de vidro laminado.



Figura 8: Mesa de Corte de Vidros laminados

Fonte: O autor

A escolha da placa de vidro é orientada pelos lotes. Os lotes são comandas de clientes agrupadas conforme o tipo de vidro e a data de entrega.

Uma vez posicionada a placa de vidro sobre a mesa de corte, ela é aquecida, pressionada e rompida para formar os volumes menores. Estes são colocados em carrinhos em formato “A”, ilustrados na Figura 9, e organizados em filas ao final da mesa de corte. É nessas filas que o chefe da linha irá procurar os carrinhos com os volumes necessários para serem encaminhados para a etapa de montagem.



Figura 9: Carrinho em "A"

Os vidros restantes das placas deve ser guardado para que possa ser usado em comandas posteriores, para volumes danificados ou comandas urgentes. Esses restantes de vidros podem ser chamados de residuais ou perdas. Os residuais são grandes pedaços de vidro que medem 3210 milímetros em uma de suas dimensões. Já as perdas¹ são pedaços inferiores à 3210 milímetros. Ambos são estocados em carrinhos em “A”, classificadores e carrinhos de dedos², ilustrados na Figura 9, na Figura 10 e na Figura 11, respectivamente.



Figura 10: Classificador

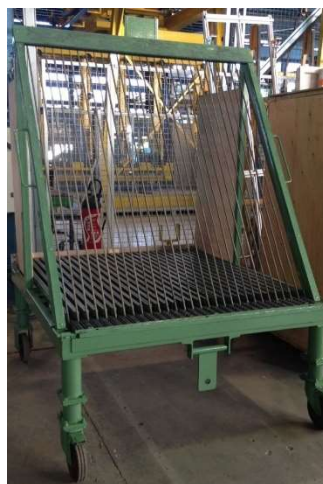


Figura 11: Carrinho de dedos

Fonte: O autor

b) Montagem:

Após o chefe da linha pegar os carrinhos com os volumes cortados, ele os posiciona em frente à máquina de lavar vertical. Os produtos cortados são carregados na máquina para que sejam lavados com água desmineralizada e posteriormente secos.

¹ Quando a dimensão não for relevante para a análise, tanto perdas quanto residuais serão tratadas como residuais.

² Os nomes dados aos carrinhos são uma tradução aproximada dos nomes usados na fábrica. Em francês são *charriots* (carrinhos em “A”), *charriot à doigts* (carrinhos de dedos) e *classeurs* (classificadores).

Em paralelo à lavagem, a montagem dos quadros é iniciada para que estes estejam prontos para montagem no momento correto. Barras de intermediários são cortadas, dobradas e fixadas por peças de ligação e, assim formam os quadros. Estes são preenchidos com microesferas desidratantes e recebem uma pasta colante ao longo de suas duas bordas para permitir fixação.

Assim que o vidro sai da máquina de lavar, ele passa automaticamente para a máquina de enquadramento. O primeiro vidro que irá compor o vidro duplo chega à máquina para posicionamento do quadro, representada na Figura 12. O funcionário irá posicionar o quadro na superfície desse vidro. O primeiro vidro avança para a máquina de prensagem e o segundo vidro vai diretamente à máquina de prensagem.



Figura 12: Posicionamento do quadro
Fonte: O autor

Na prensagem, os dois vidros são pressionados de forma a garantir que os três elementos estejam bem fixados. É durante essa etapa que o ar argônio pode ser adicionado para dar propriedades mais isolantes ao produto final.

Depois, o vidro é encaminhado para a etapa de revestimento. Nela é adicionada uma camada de poliuretano nas extremidades da forma, garantindo um acabamento único para os três componentes citados anteriormente. Nessa etapa também é feita a identificação do volume destinado ao cliente. Em seguida, o volume é retirado da máquina e colocado em um carrinho em “A”.

Os carrinhos em “A” com os volumes finalizados são colocados na zona de expedição e organizados em ordem de entrega no espaço destinado a cada caminhão.

4.2 PROJETO

4.2.1 PLANEJAMENTO

4.2.1.1 CONTEXTO DA ORGANIZAÇÃO

Conforme enunciado anteriormente, a unidade vinha apresentando resultados financeiros negativos nos últimos anos. E, portanto, incentivava todas as iniciativas que buscavam redução de custos e aumento de margem, desde que partissem de uma premissa de não investimento.

Olhando os custos da organização, a compra de placas de vidros se destacava. O vidro representava cerca de 50% das despesas anuais da planta. Estes eram seguidos dos custos com mão-de-obra, compra de outras matérias primas e impostos.

Antes do início do projeto, os residuais e as perdas de vidros laminados em estoque representavam cerca de dez mil euros, considerando que o m² de um vidro laminado custa em média 15 euros.

Ainda avaliando os custos relacionados ao vidro, é importante avaliar o nível de aproveitamento do vidro comprado. O nível de aproveitamento na planta era medido por meio do indicador Glassloss. O Glassloss no início do projeto era de 21-23% e considerava cerca de 90 referências de vidros.

Já no quesito de sistemas que auxiliavam a gestão de residuais e perdas, a planta já dispunha de um sistema de registro e identificação dos volumes. Esse sistema, Gestão de Perdas e Residuais, foi instalado em 2015. Ele permitia aos operadores fazerem registros de residuais, especificando o tipo de vidro, as dimensões e o seu local de estocagem. A inclusão do registro na base de dados gerava a impressão de etiquetas de identificação dos volumes. Contudo, a base não estava mais em dia e o sistema não era utilizado.

Quanto à estocagem, as placas de vidro laminado estavam armazenadas em dois classificadores de 12 posições e 7 posições em *in loaders*³. As posições disponíveis não eram suficientes para permitir a organização de uma referência de vidro por posição. Já as perdas e residuais eram armazenadas em um gaveteiro vertical de dez posições e em um carrinho de dedos de 64 posições que não eram suficientes para guardar todos os volumes de perdas e residuais. Por

³ Os *in loaders* são estruturas para armazenagem do vidro. Estes vêm carregados do fornecedor dessa forma e são substituídos por novos apenas quando vem um novo pedido.

isso, alguns residuais de grandes dimensões eram armazenados junto às placas nos classificadores. Os residuais de menor dimensão que também não cabiam nas posições disponíveis eram guardados em carrinhos em “A”, colocados nas filas em volta da mesa.

Os residuais e perdas ocupavam não só mais de uma dúzia de carrinhos em “A”, destinados a movimentar os volumes cortados entre as etapas do processo produtivo, como também ocupavam 5 das 7 filas existentes, destinadas à organização da ordem de produção dos volumes cortados, conforme mostrado na Figura 13.



Figura 13: Filas de carrinhos com residuais e perdas próximo a mesa de corte
Fonte: O autor

A armazenagem dos residuais e perdas em carrinhos era extremamente perigosa para os empregados - pois os vidros eram colocados em locais de circulação - e não permitia o bom uso dos residuais, pois estes eram normalmente bloqueados por outros volumes e não eram identificados. Além disso, a estocagem tanto nos carrinhos em “A” quanto nos carrinhos de dedos ocasionava arranhões ou quebras nos vidros, por não terem suas bordas protegidas.

4.2.1.2 LIMITAÇÃO DA PESQUISA E INTERESSADOS

Dada a representatividade dos custos do vidro no custo total da unidade e o direcionamento para se trabalhar com vidros de maior valor agregado e maior margem, o foco do trabalho foi delimitado como a redução de perdas de vidro laminado.

A perda de vidro laminado pode ser causada pela má combinação de lotes, pela necessidade de recorte de volumes devido a não-conformidades e defeitos no produto e pela quebra de volumes.

A causa dessas se concentram na etapa de corte, portanto, o estudo irá se limitar à implementação de ações nesta etapa.

As partes interessadas do estudo são todos os empregados que atuam no corte de vidro laminado, bem como os clientes dessa etapa, sobretudo o chefe de linha de produção. Além desses diretamente envolvidos, a equipe da manutenção também é parte interessada pois possíveis movimentações e mudanças de *layout* ou de regulagem em maquinário devem ser alinhadas com ela. A equipe comercial também é parte interessada pois pode ser acionada eventualmente para direcionar esforços para venda de determinados produtos devido ao alto nível de residuais.

4.2.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

4.2.2.1 CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

O principal indicador escolhido como critério de avaliação do progresso do projeto foi o Glassloss. Este é um dos KPIs da planta, tem histórico confiável e tem aferição frequente, o que permite celeridade à investigação dos resultados e à implementação de ações para correção deles.

O Glassloss mede a diferença entre os metros quadrados de vidro comprados e os metros quadrados vendidos pela organização. Essa diferença pode ser gerada devido a diversos fatores, agrupados em quatro tipos: a quebra de placas, os recortes, a taxa de otimização e as perdas residuais.

Os recortes agrupam todos os volumes cortados mais de uma vez. A reprodução do volume ordenado é devido a vidros fora de esquadro, quebrados, rachados, arranhados, de dimensões ou especificações errôneas que são enviados para a linha de montagem.

A taxa de otimização leva em conta as bordas do vidro que são margem para o corte, bem como a combinação de volumes dentro de uma mesma placa. A Figura 14 representa um lote otimizado de duas placas de vidro.



Figura 14: Lote Otimizado
Fonte: O autor – Sistema XOpton

Os retângulos pintados em cinza escuro e em branco com números gravados correspondem aos volumes comprados pelos clientes. A parte em cinza claro, sem números marcados, representa a taxa de otimização. Ela corresponde ao percentual de metros quadrados perdidos em função do melhor arranjo dos volumes vendidos. Essa taxa contudo, só leva em conta a metragem usada até o último volume, que é o limite superior da parte pintada de amarelo. Ou seja, essa parte amarela não é contabilizada na taxa de otimização.

A parte pintada em amarelo entra no percentual de perdas residuais. A perda residual é o único componente do Glassloss que não pode ser calculada separadamente. Ela representa um conjunto de aspectos não declarados ou não identificados de perda de vidros. As quebras e defeitos não declarados na etapa de corte, por exemplo, são contabilizados nas perdas residuais.

$$\% \text{ Perdas Residuais} = \% \text{ Glassloss} - \% \text{ Taxa de Otimização} - \% \text{ Recortes} - \% \text{ Quebra de Placas}$$

Equação 1: Cálculo Perdas Residuais

O relatório do Glassloss pode ser extraído diariamente e permite a visualização das perdas por tipo de vidro cortado dentro de um mesmo período. Um exemplo do relatório do Glassloss está ilustrado na Figura 15. O valor estabelecido para efeito de comparação anterior e posterior ao projeto é de 22,6% de Glassloss, que representa a média dos quatro meses anteriores ao início do projeto, descartando os *outliers* positivos e negativos.

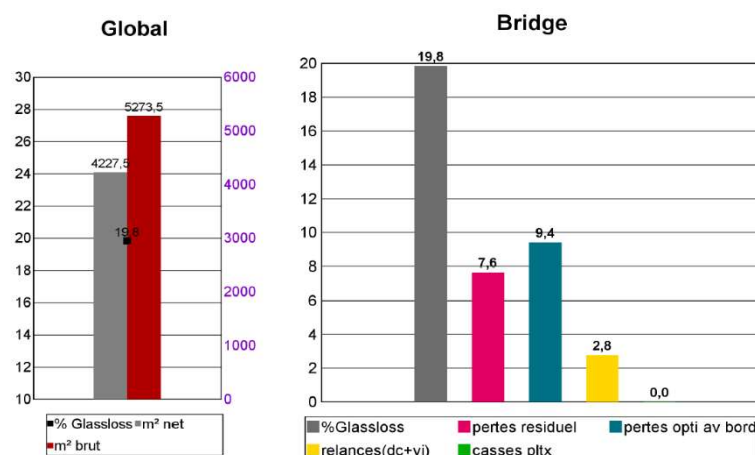


Figura 15: Exemplo de extração do Relatório Glassloss

Além do Glassloss, alguns indicadores auxiliares serão utilizados para acompanhamento do estudo. São eles:

- Número de referências no estoque: contabiliza o número de tipos de vidros laminados em estoque.
- Metros quadrados cortados: acompanha a quantidade de metros quadrados de vidro laminado cortados.
- Residuais em estoque: considera o número de residuais e perdas na base de dados do sistema de Gestão de Perdas e Residuais.
- Residuais usados: conta o número de residuais e perdas de vidro laminado extraídos da base do sistema de Gestão de Perdas e Residuais.

4.2.2.2 FONTES DE DADOS E SISTEMAS

Para permitir a análise de dados e então a proposição de ações de melhorias foi necessário mapear os sistemas da organização e suas bases de dados. Dentre eles, cinco estavam relacionados diretamente com a etapa de corte de vidro laminado e estão descritos abaixo:

- Alfak: É o Sistema que faz o tratamento dos pedidos dos clientes. Ele faz a comunicação entre a equipe comercial e a produção. Os pedidos dos clientes são lançados em forma de comandas pela equipe comercial, as comandas são abertas pelo responsável logístico que as agrupa conforme data e rota de entrega. É também nesse sistema que as entregas são definidas e planejadas.

- **Alcim:** É um sistema de gestão da produção. Permite a definição dos lotes de produção, bem como a sua otimização. O sistema organiza os volumes de cada lote de forma a ter a menor taxa de perda possível, ou seja, utilizar a menor área possível em cada placa de vidro. É no Alcim que os parâmetros de cada vidro disponível são estabelecidos, como o tamanho, tipo e quantidade.
- **SG4P:** É um sistema de planejamento da produção. Ele permite o acompanhamento de lotes lançados para a produção. O responsável logístico disponibiliza os lotes otimizados para o responsável de produção, este os organiza de forma a manter a linha de montagem em funcionamento e os direciona para uma das mesas de corte, e o chefe de linha acompanha o avanço do lote ao longo do processo produtivo. É no SG4P que os indicadores de produtividade, perda e qualidade são extraídos.
- **XOpton:** É uma extensão do Alcim. Permite a otimização dos lotes a serem produzidos na mesa de corte, dando maior flexibilidade para os operadores da mesa de corte. Essa maior flexibilidade é dada para que os operadores possam fazer o recorte de volumes identificados como desconformes na linha de produção e fazer o corte de produtos urgentes. Além disso, o sistema também permite que os operadores alterem o tamanho da primeira placa de vidro do lote para que possam começar o corte aproveitando uma perda ou um residual em estoque.
- **SAP:** Na planta em questão, esse sistema é utilizado sobretudo para a contabilidade. Porém tem uma relação importante com a etapa de corte, pois todo o controle de estoques de placas de vidro é feito nele.
- **Gestão de Perdas e Residuais:** Esse sistema não estava em uso na organização no início do projeto, conforme descrito no tópico 4.2.1.1 CONTEXTO DA ORGANIZAÇÃO. Ele permite fazer a gestão de perdas e residuais gerados nas mesas de corte. Permite a identificação de volumes com tipo de referência, tamanho e local de estocagem, bem como permite o controle do número de residuais gerados e consumidos em um período de tempo. O sistema deve ser alimentado pelos operadores da mesa de corte.

4.2.3 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES

A partir do entendimento do processo produtivo e das fontes de dados disponíveis, o planejamento e implementação de ações foi baseada na compreensão das causas raízes da

geração de resíduos por meio do Diagrama de Ishikawa. O projeto foi dedicado ao tratamento de quatro dos seis “M”s do Diagrama de Ishikawa.

- Método: Gestão insuficiente do estoque de residuais, bem como baixa integração entre planejamento e execução dos cortes, inviabilizando a otimização de lotes;
- Mão de Obra: Comunicação interna de baixa qualidade, baixa sensibilização dos empregados quanto à necessidade melhoria dos indicadores da organização e forte resistência à mudança para novos métodos;
- Meio Ambiente: Meio ambiente da etapa de corte não adequado para a conservação da matéria prima ou para reuso de perdas e residuais devido ao difícil acesso;
- Máquina: Baixo conhecimento sobre funcionalidades do sistema XOpton gerando dificuldades para a adoção de um novo método e perda de tempo útil destinado ao corte.

4.2.3.1 MÉTODO

O processo de planejamento da fabricação de vidro apresentava problemas de visibilidade de dados, pois o responsável pela formação de lotes de produção não possuía acesso ao número de perdas e residuais disponíveis na fábrica bem como suas dimensões. Essa falta de comunicação com a produção inviabilizava a otimização de lotes de produção usando mais de um residual ou perda.

Além disso, a falta de visibilidade dos residuais e perdas existentes também dificultava o trabalho de otimização da produção na mesa de corte. Como mencionado no item 4.2.2.2, havia um sistema chamado Gestão de Perdas e Residuais disponível para os operadores da máquina de corte registrarem novos volumes e os identificarem para permitir uma consulta posterior. Contudo a base de dados estava desatualizada pois havia deixado de ser incentivada pela alta gestão. Portanto, ficava a cargo do responsável pela mesa de corte lembrar a existência de algum residual ou perda, pegar suas dimensões e avaliar se era possível otimizar um lote com esse volume guardado.

Tanto para a etapa de planejamento dos lotes quanto para o corte dos produtos, o uso de residuais e perdas consumia tempo e esforço dos profissionais desenvolvendo essas atividades.

A fim de minimizar o esforço para otimizar os lotes a partir de volumes guardados, o sistema de Gestão de Perdas e Residuais foi retomado. A base de dados foi atualizada incluindo todos

os volumes não identificados e retirando volumes não existentes. Também foi conduzida uma atualização de parâmetros do sistema, como a inclusão de novas referências de vidro e atualização dos locais de estocagem dos residuais. Com a base de dados em dia, os operadores da mesa de corte poderiam buscar no sistema residuais que pudessem ser usados no corte de um lote específico.

Para garantir que a base permanecesse atualizada, um dos operadores da mesa foi escolhido como o supervisor do uso do sistema. Ele tinha a responsabilidade de verificar semanalmente se a base estava atualizada e reportar ao responsável de produção.

De forma a melhorar a comunicação entre planejamento da produção e produção, foi concedido acesso ao sistema de Gestão de Perdas e Residuais para o Responsável de Logística, que faz a otimização dos lotes. Dessa maneira, ele poderia otimizar lotes inteiros com residuais vistos na base de dados. Esse acesso ao sistema permite que se planeje um lote utilizando mais de um residual, diferente do que acontece na mesa de corte, que só permite a reotimização do lote usando apenas um residual.

A Figura 16 ilustra o Sistema de Gestão de Perdas e Residuais.

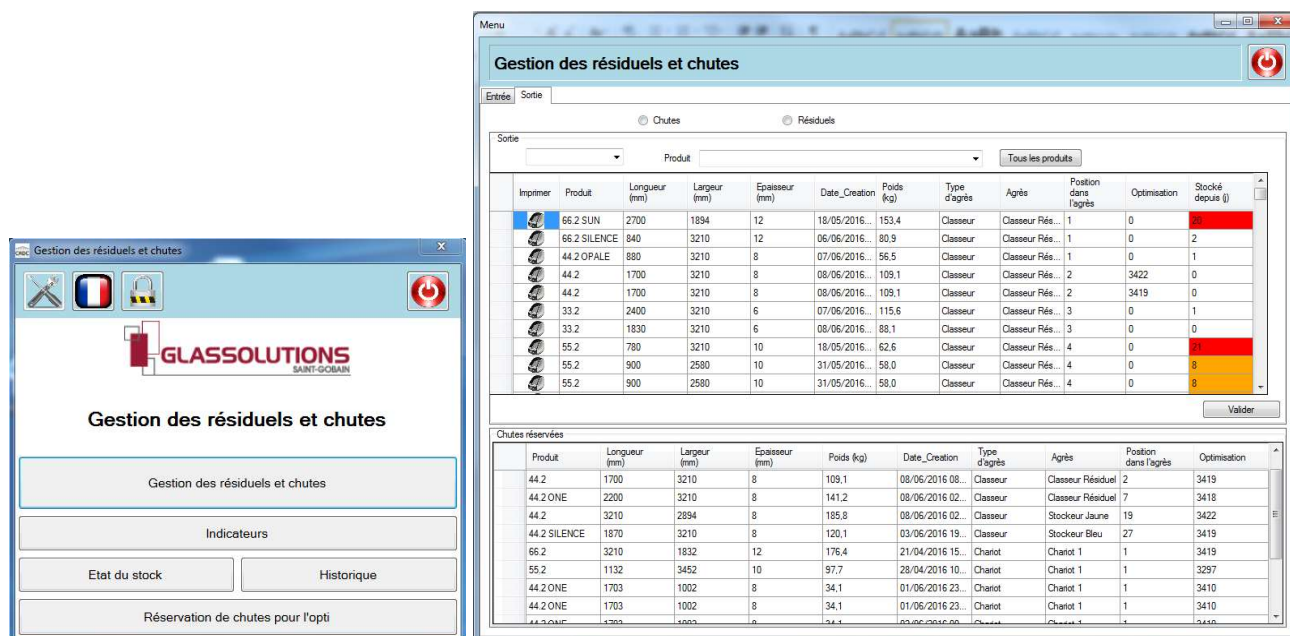


Figura 16: Sistema Gestão de Perdas e Residuais

Na tabela chamada de “Chutes réservées” da figura é possível ver os residuais selecionados para a produção de lotes específicos já otimizados pelo responsável de logística. Ou seja, o responsável pela otimização dos lotes leva em conta os dados do sistema de Gestão de Perdas

e Residuais para otimizar mais de um residual nas comandas durante o seu planejamento e reserva os residuais escolhidos dentro da base.

De forma sumarizada, os principais problemas e as respectivas soluções para Método estão listadas no Quadro 4.

Quadro 4: Resumo obstáculos e ações propostas – Método

Obstáculos	Ações Propostas
Sistema de Gestão de Perdas e Residuais desatualizado	Retomada do Sistema de Perdas e Residuais: atualização da base e de parâmetros Responsabilização de um empregado por manutenção do sistema atualizado
Falta de visibilidade do estoque de residuais	Disponibilização do Sistema de Gestão de Perdas e Residuais para o responsável por otimização dos lotes.

4.2.3.2 MÃO DE OBRA

Os operadores da planta eram extremamente resistentes a toda e qualquer melhoria proposta. Não eram sensibilizados com a questão financeira da unidade e não se enxergavam como parte atuante para a sua reversão. Mas para a temática do projeto em questão, era indispensável participação dos operadores da mesa de corte, pois eram eles os responsáveis por guardar ou jogar fora perdas e residuais.

Os operadores já possuíam alguma familiaridade com o tema Glassloss e redução de perdas e residuais devido a um projeto conduzido em 2015 com temática similar. Contudo, com a rotatividade do posto de trabalho e com a rotina acelerada, o tema foi esquecido.

Portanto, o objetivo do projeto e a necessidade de participação dos empregados, bem como o indicador Glassloss e seus componentes foram reapresentados aos operadores. De forma adicional ao discurso de importância da economia do vidro, foram adicionados *banners* e *posters* na zona de corte que forçavam a reflexão do custo da matéria prima perdida, como é possível ver na Figura 17.



Figura 17: Exemplos de Banners
Fonte: O autor

Ainda, foi estabelecida uma reunião de troca de turno. Esta tinha por objetivo reforçar a importância de se usar o Sistema de Gestão de Perdas e Residuais para verificar se havia algum residual que poderia ser utilizado antes do início do corte de cada lote. Era também nessa reunião que eram passados os resultados de indicadores diários, como glassloss por referência (ver Figura 19), glassloss global e número de residuais utilizados. Esse último era um balanço entre residuais gerados e consumidos por posto, preenchido por eles e que usava princípios de gamificação, estabelecendo o dono do recorde, o campeão da semana entre outros (ver Figura 18).

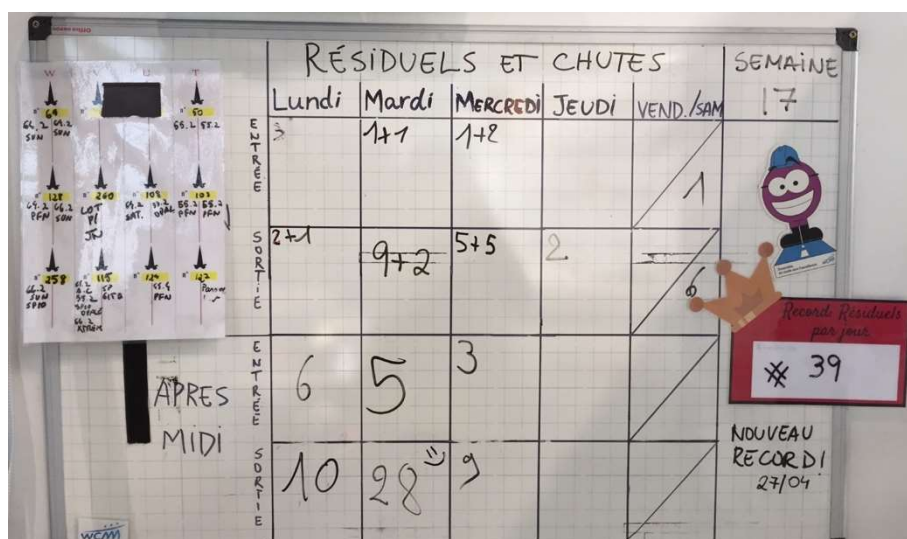


Figura 18: Balanço de geração e consumo de residuais
Fonte: O autor

Par Article

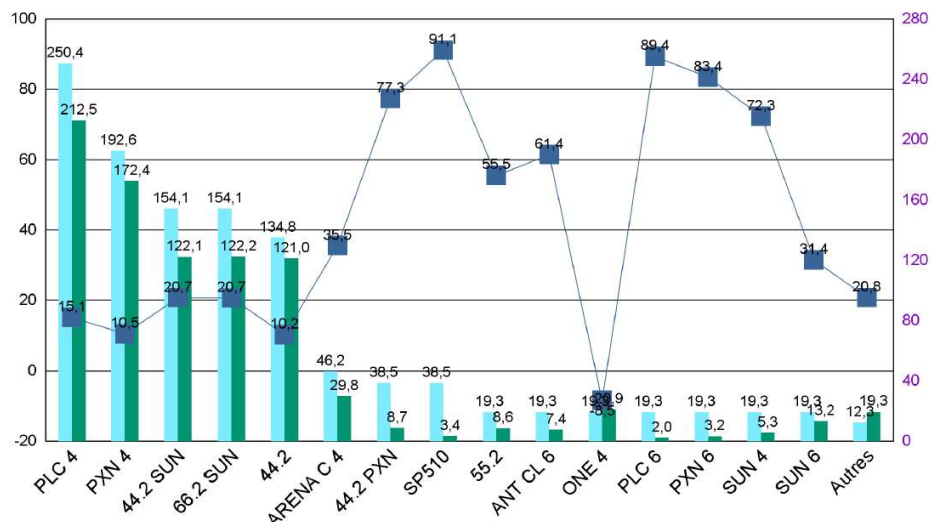


Figura 19: Glassloss diário por referência

De forma adicional, foi criado um quadro de comunicação na zona de corte (ver Figura 20), onde semanalmente eram atualizados os indicadores de avanço do projeto, bem como o passo-a-passo da atualização de métodos, entre outros. Esse painel tinha por objetivo situar os operadores do avanço do projeto e de resultados parciais, bem como direcionar a atenção deles para algumas referências em especial que compunham maior parte do estoque de residuais.

Os indicadores expostos no quadro eram o valor em estoques de residuais, uma análise pareto de metros quadrados e número de volumes em estoque por tipo referência e o glassloss por referência da semana anterior.

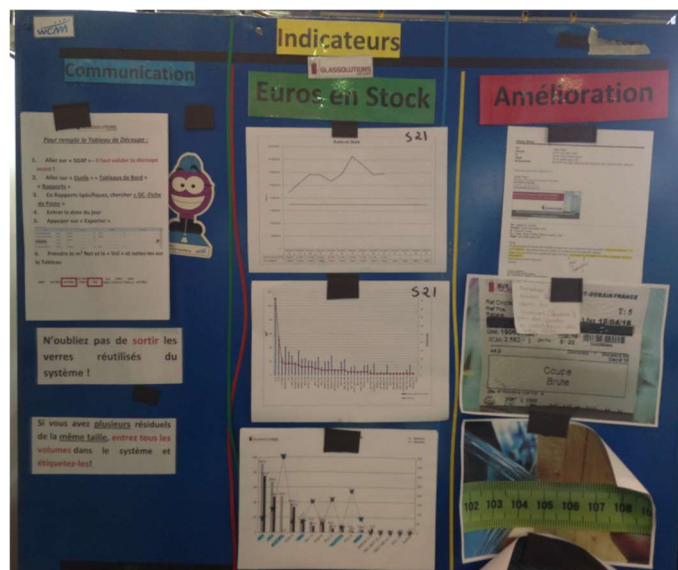


Figura 20: Quadro de comunicação
Fonte: O autor

Os operadores da mesa de corte, contudo, não eram os únicos capazes de influenciar na redução do Glassloss. Os empregados do administrativo, sobretudo a equipe de vendas e o responsável pela logística, devem ter uma boa comunicação para que seja possível alinhar as vendas com o bom uso dos residuais em estoque. Por esse motivo, os esforços de comunicação foram estendidos a eles.

Os indicadores colocados no quadro de comunicação com os operadores de corte também eram enviados por email todas as semanas ao administrativo, conforme ilustrado na Figura 21. Os gráficos eram acompanhados de um balanço do estoque de residuais e um objetivo de liquidação da semana.

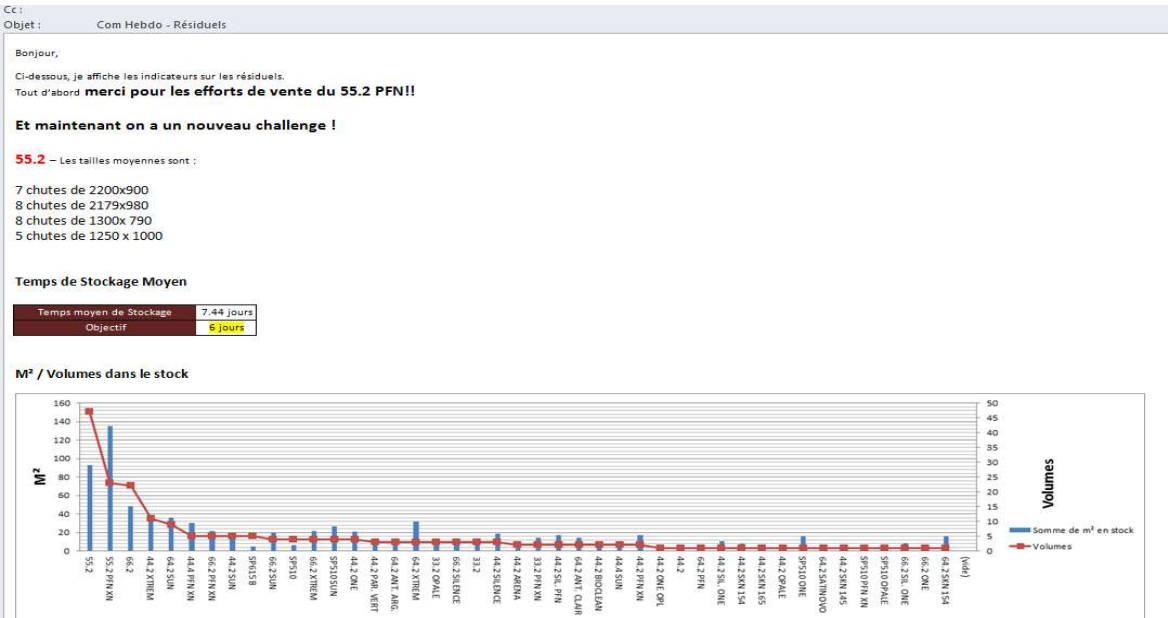


Figura 21: Comunicação semanal ao administrativo (incompleto)
Fonte: O autor

Essa comunicação permitia que a equipe comercial oferecesse aos clientes produtos que fossem possíveis de serem cortados em residuais. A equipe comercial possuía o aval do diretor da unidade para oferecer descontos nos produtos que coubessem dentro dos residuais.

Com o intuito de permitir que o alinhamento entre comercial e a produção se mantivesse, também foi concedido acesso ao Sistema de Gestão de Perdas e Residuais para a equipe comercial. Dessa forma, os residuais já eram direcionados desde a venda, diminuindo os esforços da produção.

Em resumo, os principais problemas e as respectivas soluções relacionada à mão de obra estão listados no Quadro 5.

Quadro 5: Resumo obstáculos e ações propostas – Mão de Obra

Obstáculos	Ações Propostas
Baixa sensibilização dos empregados com a redução de perdas	<p>Sensibilização via banners na zona de corte</p> <p>Estabelecimento de reuniões de troca de turno para reforço do uso do Sistema de Gestão de Perdas e Residuais e de comunicação de indicadores do projeto</p> <p>Criação do quadro de comunicação</p> <p>Gamificação do uso de residuais</p>
Integração com comercial insuficiente	<p>Comunicação semanal com indicadores do projeto e desafio de liquidação</p> <p>Acesso ao Sistema de Gestão de Perdas e Residuais</p>

4.2.3.3 MEIO AMBIENTE

O organização da zona de corte de vidros, devido ao número de residuais guardados sem método e ao uso de carrinhos em “A” para a estocagem dos residuais e perdas, era extremamente perigosa para os empregados e prejudicava o trabalho do chefe de linha no encaminhamento dos volumes para a montagem. Adicionalmente, a organização do estoque de placas de vidro também dificultava o bom uso de alguns residuais armazenados junto às placas. Por esse motivo, a organização do espaço, ou meio ambiente foi uma das principais formas de atacar o glassloss.

Para a definição de uma estratégia de gestão do ambiente e do estoque de placas e residuais, foi necessário o entendimento dos locais disponíveis para armazenagem e o entendimento da

relevância dos tipos de vidro, para posterior definição de uma forma de gestão dos mesmos. Esses passos foram seguidos para as placas e para os residuais.

a) Placas

A zona de corte dispunha de dois classificadores de 12 posições e 7 posições em *in loaders*⁴, citados no contexto da organização. De forma adicional a esses locais, na metade do projeto foi comunicado que a compra de um classificador de 17 posições deveria ser considerada nas propostas de melhoria. Esse novo classificador, contudo, possui tamanho inferior às dimensões das placas, fazendo com que as placas que serão armazenadas nele sejam cortadas em três.

A Figura 22 representa, de forma simplificada, os locais de armazenagem e as zonas de corte. A Zona 1 corresponde ao local onde os 7 *in loaders* ficam. A Zona 2 representa os 2 classificadores de 12 posições. E a Zona 3 ilustra a posição que novo classificador de 17 posições será montado. As regiões A e B correspondem às 2 mesas de corte da zona de corte de vidro laminado.

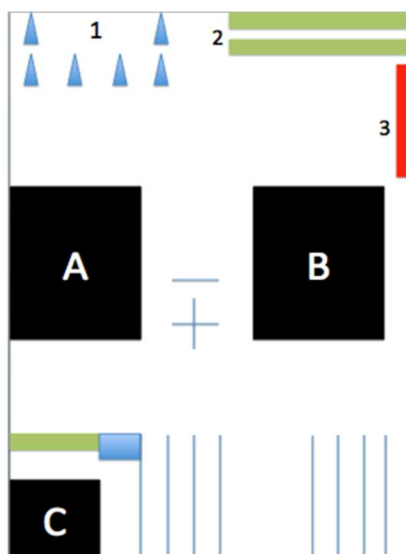


Figura 22: Representação da zona de corte simplificada (fora de escala)
Fonte: O autor

Entendendo os recursos disponíveis para a armazenagem, foi feita a avaliação dos vidros mais usados na organização. Os dados de consumo de vidro dos últimos anos foram retirados do SAP. A partir desses dados foi estabelecido um consumo médio ponderado por mês, bem como o ponto de ressuprimento para os artigos laminados e sua classificação conforme a Curva ABC.

⁴ Os *in loaders* são estruturas para armazenagem do vidro. Estes vêm carregados do fornecedor dessa forma e são substituídos por novos apenas quando vem um novo pedido.

Um planilha Kanban (ver Figura 23) foi gerada para fazer a ligação entre a previsão dos pedidos do Alfak e o estoque disponível no SAP, para que os pedidos das placas fossem feitos no melhor momento.

Journalier du Stock

Cod Alf	Cod SAP	Famille	Description	Classification	Stock Min	Stock Secur	Stock Alert	M ^o de Stock	Placées en Stock	Etat du Stock	Prevision Alfa	M ^o si pas de commande	Etat du Stock (Après Prevision)	Quantité a recevoir	Colo
2470	1001300001	Feuillet	44.2 ONE	A-1	135	142	222	500,76	26	Stock OK	202,47	598,23	Poer Commande	298,23	
2450	105730004	Feuillet	44.2 P20N	A-1	375	297	772	608,92	42	Poer Commande	82,08	726,84	Poer Commande	726,84	
2370	1052540001	Feuillet	44.2 ARENA C	C-1	0	12	23	7,70	1	Placées de Stock	0	7,7	Placées de Stock	7,7	
2205	100230004	Feuillet	55.2	A-1	185	197	282	636,32	32	Stock OK	73,15	537,17	Stock OK	537,17	
2495	105730001	Feuillet	55.2 P20N	B-1	0	13	23	96,30	5	Stock Excedente	0	96,3	Stock Excedente	96,3	
2451	105730001	Feuillet	55.2 P20N	B-1	0	13	23	96,30	5	Stock Excedente	0	96,3	Stock Excedente	96,3	
2570	102760010	Feuillet	44.2 ANT ARG	C-1	5	9	14	19,26	1	Stock OK	76,49	57,23	Placées de Stock	57,23	
2503	102730001	Feuillet	ANTELO CLAIR STADIP PROTECT 64.2	C-1	5	9	14	19,26	1	Stock OK	0	19,26	Stock OK	19,26	
2426	102700001	Feuillet	STADIP PROTECT 64.2 COOL-LITE SK	B-1	5	9	13	0,00	0	Placées de Stock	0	0	Placées de Stock	0	
2354	104730002	Feuillet	64.2 Satirovo	C-1	0	3	3	29,52	2	Stock Excedente	0	29,52	Stock Excedente	29,52	
2356	103840001	Feuillet	66.2	A-1	45	52	87	77,04	4	Poer Commande	73,69	3,35	Placées de Stock	3,35	
2388	104840001	Feuillet	66.2 SUN	C-1	5	10	15	250,38	13	Stock Excedente	111,9	138,48	Stock Excedente	138,48	
2466	102870004	Feuillet	STADIP SILENCE 66.2 PLANITHERM ONE	C-1	0	5	15	19,26	1	Stock Excedente	0	19,26	Stock Excedente	19,26	
1852	102250014	Imprimé	ANT CL CL4	C-3	0	0	0	7,12	2	Stock Excedente	0	7,12	Stock Excedente	7,12	
606	1002470002	Floar	ANT ARG 6	C-2	0	13	23	654,84	34	Stock Excedente	6,52	648,32	Stock Excedente	648,32	
695	1002300002	Floar	ANT CL 5	C-2	0	2	3	0,00	0	Placées de Stock	0	0	Placées de Stock	0	
696	1002300002	Floar	ANT CL 6	C-2	0	9	14	395,20	20	Stock Excedente	0	395,2	Stock Excedente	395,2	
705	1002420000	Floar	ANT HA 5	C-2	0	19	34	192,60	10	Stock Excedente	0	192,6	Stock Excedente	192,6	
906	1002501075	Floar	ANTELO EMERAUDE 6	C-2	0	16	31	57,33	0	Stock OK	0	57,33	Stock OK	57,33	
1810	102420004	Imprimé	ANT CL CL4	C-3	0	1	1	0,00	0	Placées de Stock	0	0	Placées de Stock	0	
94	1057640001	Floar	BROCLEAN 4	C-2	0	1	1	211,86	11	Stock Excedente	0	211,86	Stock Excedente	211,86	
9522	1052600001	Floar	BROCLEAN PLANISTAR SUN CLAIR 6	C-2	0	5	5	211,86	11	Stock Excedente	0	211,86	Stock Excedente	211,86	
9548	1052600001	Floar	BROPLANIST 6	C-2	0	5	5	211,86	11	Stock Excedente	0	211,86	Stock Excedente	211,86	
2657	105230001	Feuillet	BRO462	C-1	5	5	10	173,34	9	Stock Excedente	0	173,34	Stock Excedente	173,34	
9209	1200001013	Imprimé	CHINCHI CL4	C-3	0	1	1	32,36	6	Stock Excedente	0,32	32,041	Stock Excedente	32,041	

Figura 23: Planilha Kanban

Fonte: O autor

A construção dessa planilha se fez necessária para avaliar os lotes mínimos de ressurgimento e entender o espaço necessário para a estocagem desse lote ressurgimento junto ao estoque remanescente da mesma referência.

Com a compreensão da movimentação do estoque, foi estabelecido que:

- As placas pertencentes a Classe A (7 referências) serão armazenadas na Zona 1. Os lotes dessas referências devem ser atribuídos, prioritariamente, à mesa de corte A. A referência de maior demanda entre as sete também ocupará uma das 12 posições da zona 2, a fim de permitir o corte dessa referência nas mesas A e B.
- As referências da classe B serão armazenadas nos dois classificadores de 12 posições da zona 2 e serão cortadas, preferencialmente, na mesa B.
- As referências da classe C serão estocadas tanto em posições remanescentes na zona 2, quanto no novo classificador na zona 3. As referências pertencentes a classe C, que ficarão na zona 2, foram escolhidas junto ao responsável de produção levando em conta o histórico de consumo. Essa escolha foi feita a fim de evitar o tempo de corte das placas em 3, bem como evitar restrições de venda de produtos dessas referências em maiores dimensões.

- A zona 3 ainda apresenta 3 posições livres para que seja possível tanto tratar estoques excessivos em momentos pontuais, como também para possibilitar o uso de novas referências sem maiores complicações.

b) Residuais e Perdas

Já para a organização dos residuais e perdas, antes do entendimento de locais de estocagem, foi necessário definir o critério para se guardar uma perda ou um residual. O critério estabelecido foi o de usabilidade do residual ou perda. Assim, foi preciso analisar o tamanho dos volumes fabricados no último ano para se definir um tamanho mínimo de residual a ser guardado. A Figura 24 representa a altura e comprimento dos volumes vendidos no último ano.

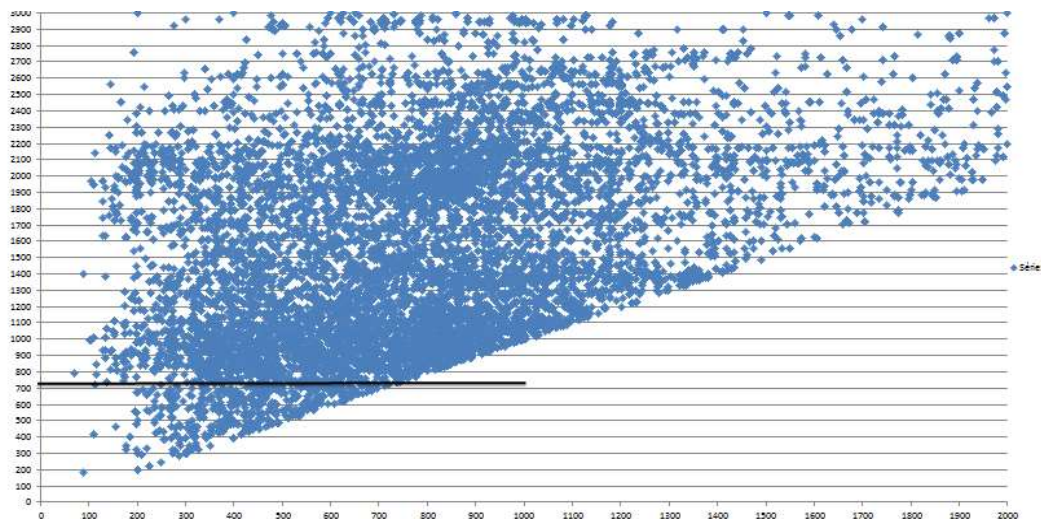


Figura 24: Altura vs. comprimento das comandas

Fonte: O autor

É possível observar na Figura 24 uma concentração de comandas a partir da faixa de 700 milímetros, conforme marcado no gráfico. Isso significa que se guardamos residuais e perdas de dimensões inferiores a essa faixa de concentração, a probabilidade de conseguir utilizar o residual e fazer o estoque de residuais girar é mais baixa. Usando esse raciocínio, foi estabelecido, em conjunto com o diretor da fábrica, que o tamanho mínimo para se estocar um volume é a partir de 700 milímetros. Os residuais e perdas inferiores a essa dimensão devem ser descartados.

O vidro descartado é vendido de volta para o fornecedor para que seja utilizado na fabricação de novas placas. O preço de revenda é baixo portanto, a premissa que foi estabelecida é que a revenda é menos vantajosa para a planta. A avaliação desse preço de revenda não foi tratada nesta pesquisa.

Estabelecido o critério de se manter um residual, foi necessário definir os locais de estocagem dos mesmos. Para tal, vale ressaltar que a classificação da curva ABC feita para as placas se manteve para os residuais e perdas e que a estratégia de estocagem para residuais difere da adotada para perdas. As estratégias estão detalhadas nos tópicos abaixo.

i. Residuais

No quesito de posições disponíveis para a armazenagem, os residuais eram armazenados nos classificadores destinados às placas (Zona 2) e em um gaveteiro vertical de dez posições (Zona 4). As suas posições, ilustradas na Figura 25, eram restritas pois o carregamento de residuais deve ser feito com o auxílio de ventosas já instaladas. Estas por sua vez, eram limitadas a área de placas e ao final da mesa de corte A. Portanto, nenhuma sugestão de mudança da localização da Zona 4 pode ser feita.

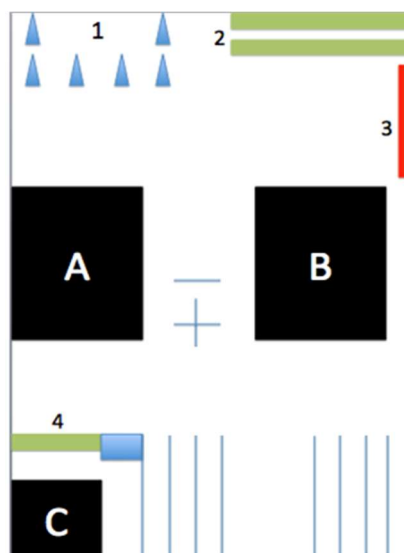


Figura 25: Representação zona de corte simplificada (fora de escala)
Fonte: O autor

Com esse cenário, a organização dos residuais proposta foi:

- Os residuais de referências classe A foram organizados no gaveteiro de 10 posições (Zona 4), onde cada referência possuía uma posição, identificada com uma cor. A fim de reduzir os arranhões comuns, uma caixa com pastilhas de cortiça foi colocada ao lado do gaveteiro. Essas pastilhas devem ser colocadas entre volumes que não possuem o mesmo tamanho. A fim de garantir um maior respeito ao tamanho mínimo, uma fita laranja foi fixada na altura de 700 milímetros (ver Figura 26). Tanto a identificação de referências com cores quanto a fita laranja, auxiliam os operadores de corte e o

responsável de produção na verificação de estoque de residual disponível e na verificação do respeito aos limites estabelecidos.



Figura 26: Gaveteiro de 10 posições – Classe A
Fonte: O autor

- Os residuais de referências B e C devem ser estocados junto às placas de mesma referência. Por isso a gestão das posições de residuais B e C dependem da chegada no classificador de 17 posições (Zona 3). A fim de evitar problemas de trava de placas por residuais em frente, os residuais dessas classes devem ser superiores à 1500 x 2300 milímetros, dimensões que compreendem 80% dos volumes produzidos. Os volumes inferiores a essa medida, devem ser cortados pela metade e guardados como perdas.

ii. Perdas

Para a estocagem de perdas, um carrinho de dedos de 64 posições era utilizado, bem como os carrinhos em “A” da linha de produção. O carrinho de dedos de 64 posições não fixava os volumes corretamente e por isso gerava arranhões. Além disso, permitia a armazenagem de produtos de grandes dimensões e pesados para serem carregados à mão livre. Por isso, o carrinho foi adaptado com um bloqueio de altura máxima de um metro, altura validada com os operadores para facilitar o carregamento. Também foram bloqueadas uma posição em cada duas para evitar arranhões.

Posteriormente foram encontrados e recuperados dois carrinhos de dedos de 29 posições, ilustrados na Figura 27. Estes também foram bloqueados a uma altura de um metro.



Figura 27: Carrinho de dedos

Fonte: O autor

A localização destes foi determinada segundo consulta com o chefe de produção e chefe da linha e está representada na Figura 28. O carrinho já existente corresponde a Zona 5 e os dois novos correspondem às Zonas 6 e 7.

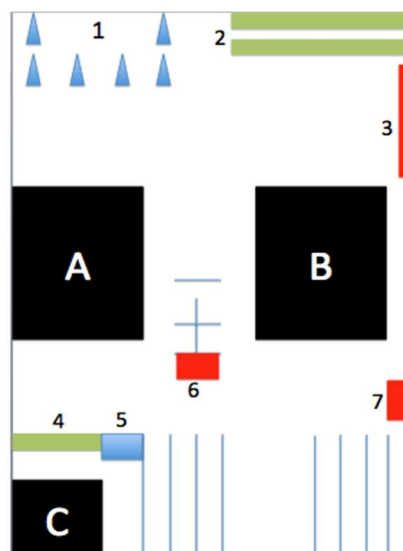


Figura 28: Representação zona de corte simplificada (fora de escala)

Fonte: O autor

Mantendo a classificação da curva ABC para as referências e com as novas posições, a organização implantada foi:

- As perdas classe A foram armazenadas na Zona 5, com 32 posições divididas entre as sete referências. O mesmo padrão de cor foi mantido a fim de facilitar o controle do estoque e a procura por volumes, conforme evidenciado na Figura 29.



Figura 29: Carrinho de Dedos - classe A

Fonte: O autor

- As perdas de classe B foram alocadas na Zona 6. Porém, não havendo posições suficientes para o número de referências, foi definido que apenas 7 referências da classe B devem ser obrigatoriamente guardadas e organizadas em posições fixas. As demais perdas de outras referências classe B serão organizadas na Zona 7 e serão geridas pelos operadores em função das comandas e das posições disponíveis (ver Figura 30).



Figura 30: Zona 6 - referências B com posição fixa

Fonte: O autor

- As perdas classe C serão estocadas apenas no carrinho da Zona 7, não havendo posição específica para cada referência. Também deverão ser geridas pelos operadores em função da demanda e do espaço disponível.

A organização e gestão de residuais e perdas propostas, em sua maioria, permitem o tratamento de comandas recorrentes e comuns. Mas há casos de grandes pedidos que são destinados a alguma obra específica que geram muitos residuais e perdas de mesmo tamanho. Esses casos ainda serão guardados em carrinhos em “A” posicionados nas raia de organização.

A fim de tratar esses residuais e perdas, um quadro foi criado para permitir uma melhor visualização de sua posição e das referências guardadas, representado na Figura 31. As letras na Figura 31 identificam as raia de organização, o campo em amarelo contém o número do carrinho em “A” e em suas laterais deve ser colocada a referência de vidro guardada.

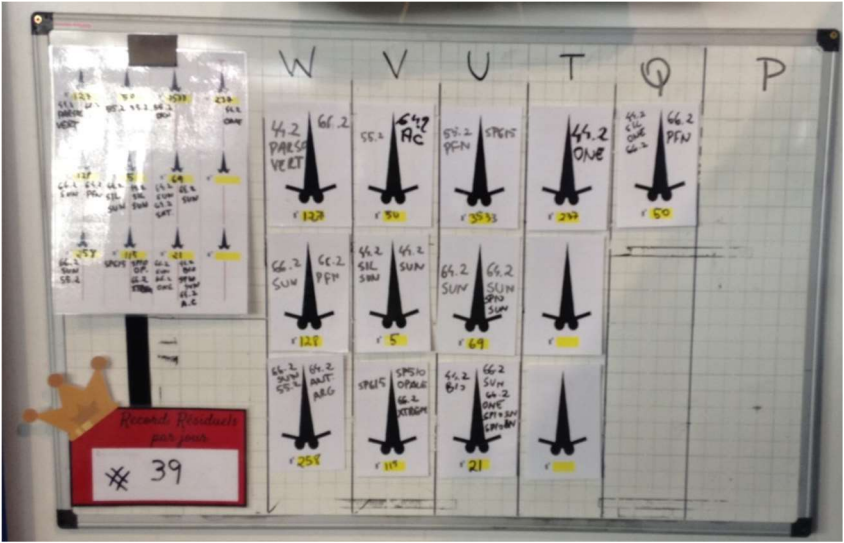


Figura 31: Quadro de gestão de carrinhos
Fonte: O autor

A relação entre as referências de vidro e seus locais de armazenagem, tanto de placas quanto de residuais e perdas estão no ANEXO 1.

Resumidamente, os principais obstáculos e as respectivas soluções relacionadas ao meio ambiente estão listadas no Quadro 6.

Quadro 6: Resumo obstáculos e ações propostas – Meio Ambiente

Obstáculos	Ações Propostas
Estoque de placas sem organização fixa por item	Priorização de referências via curva ABC e definição de ponto de pedido e local de armazenagem

<p>Estoque de Residuais e Perdas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bloqueio de volumes por outras referências • Danificação da matéria-prima • Bloqueio de carrinhos em “A” • Risco de acidente no trabalho 	<p>Residuais: Definição do tamanho mínimo do residual ou perda e do seu local de armazenagem conforme priorização ABC</p> <p>Perdas: Recuperação e adaptação de locais de estocagem e definição do local de armazenagem conforme priorização ABC</p> <p>Proposição de alternativa de gestão de estoques para casos extraordinários</p>
---	--

4.2.3.4 MÁQUINA

O processo de otimização de lotes a partir de uma residual já na mesa de corte não era dominado por todos. Muitos empregados tinham dificuldade em mudar a configuração do lote no sistema XOpton para se iniciar o corte a partir de um residual de dimensões específicas. Isso fazia com que muitos perdessem tempo útil de trabalho desvendando o sistema e outros desistiam de iniciar o corte por um residual.

Além disso, os que possuíam domínio, não tinham conhecimento sobre outras funcionalidades do XOpton. Na verdade, esse sistema também permitia a inclusão de mais de um residual na para otimização do lote, como também a combinação de dois lotes.

Portanto, foi elaborado um manual do sistema XOpton direcionado às ações que permitiriam a melhor taxa de otimização possível. Três tópicos foram abordados: a mudança do tamanho das placas virtuais para se permitir o uso de mais de um residual; a mudança do tamanho das bordas para permitir trabalhar com vidros danificados nas bordas; e combinação de mais de um lote de uma mesma referência.

O manual foi colocado no painel de comunicação da zona de corte e estava disponível para consulta a qualquer momento.

De forma resumida, os principais obstáculos e as respectivas soluções relacionadas à máquina estão listadas no Quadro 7.

Quadro 7: Resumo obstáculos e ações propostas – Máquina

Obstáculos	Ações Propostas
Conhecimento limitado das funcionalidades do sistema de otimização XOpton	<p>Criação de manual para melhor uso de residuais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Combinação de lotes • Mudança do tamanho da placa virtual • Mudança do tamanho das bordas de corte <p>Disponibilização no quadro de comunicação</p>

4.2.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

4.2.4.1 PRINCIPAIS OBSTÁCULOS

Como parte do processo de melhoria, existem obstáculos ao longo da implantação que impactam nos resultados. Assim, as melhorias propostas acima são resultado de adaptações realizadas devido aos obstáculos encontrados.

A principal e primeira dificuldade enfrentada no desenvolvimento do projeto foi ganhar credibilidade frente aos outros empregados. A falta de credibilidade é comum com estagiários recém admitidos pela empresa. Esse status foi agravado em função de ser a única estagiária da planta, bem como ser uma das poucas mulheres atuantes na linha de produção e ser a única estrangeira da unidade, valendo o destaque para a nacionalidade brasileira.

A falta de credibilidade inicial foi atacada de duas formas. A primeira delas foi explicar minhas propostas, por meio de um acompanhamento mais individual com os operadores, para que eles pudessem contribuir para as soluções, afinal são eles que mais conhecem as especificidades do processo, criando uma solução conjunta. A segunda delas foi por meio de ações que gerassem ganhos rápidos para o trabalho dos operadores, mesmo que não houvesse impacto diretamente alinhado ao indicador Glassloss. Algumas dessas ações foram providenciar carrinhos em “A” vazios para que fossem colocados os volumes que seguiriam na linha, sinalizar oportunidades

de se otimizar com algum residual, localizá-lo e já deixá-lo próximo a mesa e auxiliar no trabalho de inventário, por exemplo.

Outro obstáculo importante foi relacionado à dependência da estagiária quanto a outros empregados da fábrica para a implantação das ações. As mudanças propostas demandavam que residuais e placas fossem trocados de posição, que alguns residuais fossem jogados fora devido ao estado de conservação, que locais de armazenagem fossem movimentados, entre outras ações. Para a realização dessas havia necessidade da ajuda dos operadores da mesa de corte e para tal era constante a necessidade de interrupção do trabalho deles. Acreditando que o trabalho no chão-de-fábrica é resultado de uma relação ganha-ganha, a estagiária os ajudava com problemas pequenos da mesa de corte, como manutenção dos EPIs, transmissão de informações urgentes ao chefe de produção entre outras, em contrapartida, os operadores ajudavam na movimentação de volumes, essencial para o desenvolvimento do projeto.

4.2.4.2 RESULTADOS

Apesar dos obstáculos citados, as melhorias explicadas acima foram, em sua maioria implementadas, exceto aquelas que dependiam da chegada do novo classificador. Os resultados, portanto, podem ser impactados pela chegada desse item. A discussão dos resultados considera apenas o que foi implantado e apresenta os indicadores até o final de maio de 2016.

Os resultados podem ser de natureza qualitativa ou quantitativa, sendo os de natureza qualitativa baseados em *feedbacks* obtidos das partes interessadas, coletados ao final do projeto. Os resultados estão detalhados por “M” analisado.

- **Método:**

A mudança do método, com a retomada do sistema de Gestão de Perdas e Residuais foi uma das ações que trouxe impacto para o aproveitamento de vidro. A retomada do sistema permitiu não só a melhor aferição dos indicadores referentes ao número de residuais em estoque, como também permitiu maior visibilidade dos volumes. A maior visibilidade dá condições à equipe comercial e à equipe de produção de fazer o melhor uso dos residuais, seja direcionando-os para venda, seja otimizando um maior número de residuais por lote. Essa visibilidade provocou também um maior alinhamento entre comercial e produção, pois o comercial passa a ser corresponsável pelo KPI Glassloss.

- **Mão de obra:**

As sensibilizações feitas com os empregados via comunicação mais frequente e via reunião de troca de turno permitiu que os empregados se vissem como parte responsável pela redução do Glassloss e deu a eles um retorno sobre um impacto do trabalho de cada um no resultado da organização, segundo um dos operadores de corte. Além disso, a gamificação teve grande impacto no número de residuais utilizados. O recorde do período do uso de residuais em um dia foi de 39 residuais, sendo que a média semanal de uso de residuais anterior ao projeto era de 24 volumes.

- **Meio ambiente:**

Quanto às mudanças da organização do espaço físico, alguns resultados foram obtidos. Com as mudanças de armazenagem de vidro, onze carrinhos em “A” foram liberados para a linha de produção, restando apenas cinco carrinhos com volume armazenados, que provavelmente foram reduzidos com a chegada do novo classificador, posterior ao final do estágio que originou esse trabalho. Esse resultado tem impacto não só na organização do encaminhamento de volumes à linha de montagem, como também reduz o risco de acidente no trabalho, pois os carrinhos não ocupam mais os locais de passagem.

Além disso, a nova organização do estoque de placas, residuais e perdas implica em:

- Melhor controle e gestão do estoque, pois evita que mais de uma referência seja guardada em uma mesma posição, facilitando a realização de inventários, identificação do ponto de pedido e reduzindo o tempo de busca e movimentação de placas devido a referências bloqueadas por outras. A gestão visual foi forte contribuinte para a melhoria da gestão.
- Incentivo ao uso de residuais devido a residuais de algumas referências serem guardados na frente de placas, forçando o início do corte de um lote por um residual. E facilitação do uso de residuais por conta da fácil identificação da sua localização e devido à redução de bloqueios de residuais por outros volumes de outra referência.
- Melhor conservação dos residuais e perdas devido à adaptação de locais de armazenagem e disponibilização de pastilhas para volumes de dimensões diferentes armazenados em um mesmo local.

- **Máquina:**

Já em relação às ações propostas para melhor conhecimento do maquinário e os sistemas relacionados, a percepção de resultado foi inferior ao esperado. O manual do XOpton, se usado, permitiria que os empregados reduzissem o Glassloss por meio de combinação de lotes e utilização de mais de um residual na reotimização de lotes. Contudo, até o final do estágio, apenas a combinação de lotes estava sendo usada. O uso da funcionalidade de se alterar o tamanho das placas virtuais para permitir o uso de mais de um residual não foi implementado com sucesso, mas está disponível para consulta pelos empregados. A combinação de lotes, felizmente, já impacta na redução do Glassloss e na redução de tempo entre lotes.

Todos os ganhos citados acima contribuíram de forma direta ou indireta para os resultados dos indicadores do projeto, ilustrados na Figura 32, na Figura 33, na Figura 34 e na Figura 35.

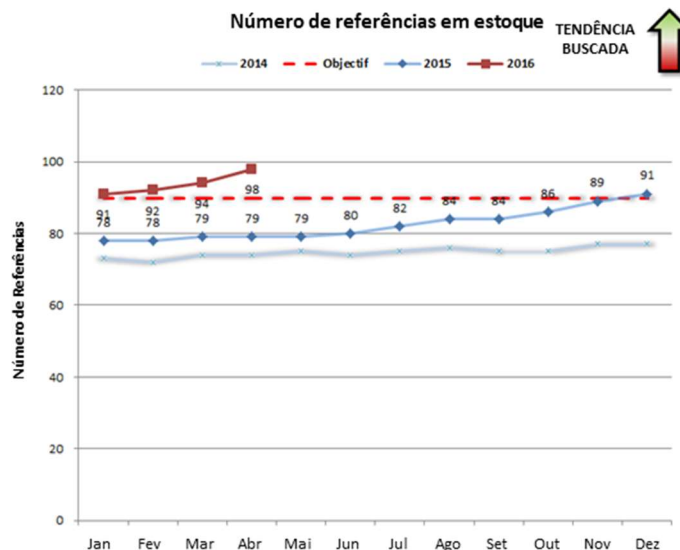


Figura 32: Número de Referências em Estoque

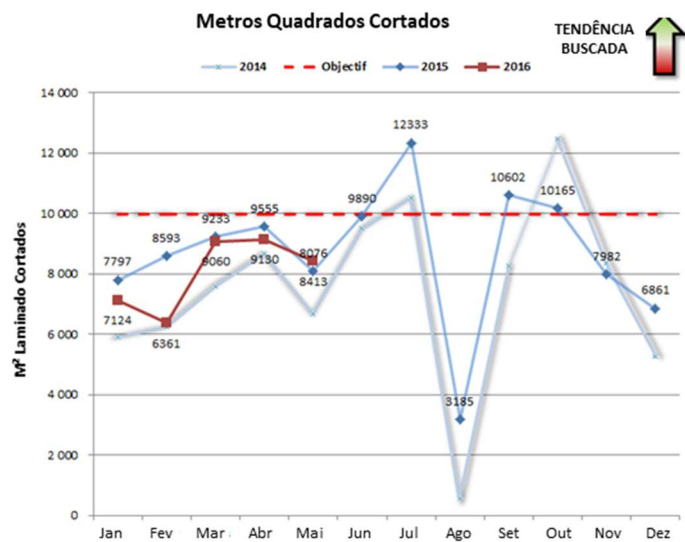


Figura 33: Metros quadrados de vidro laminado cortados

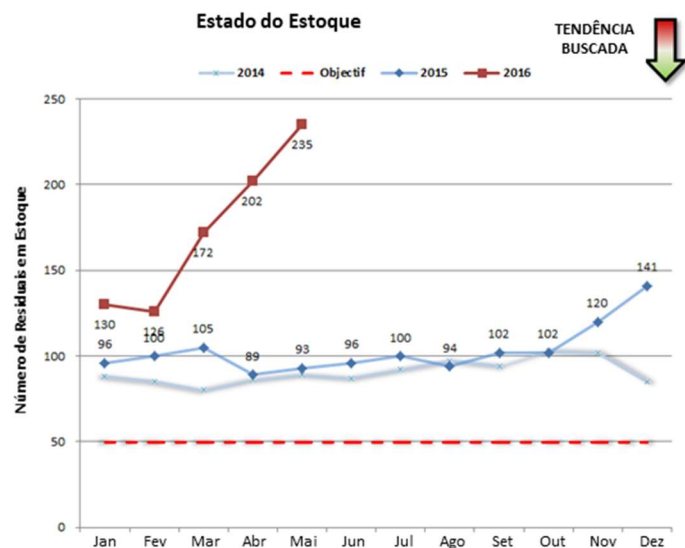


Figura 34: Nível de estoque de residuais

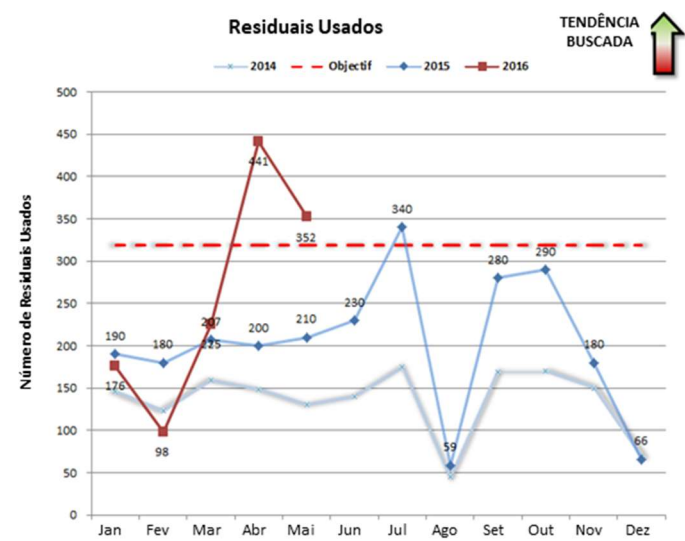


Figura 35: Número de residuais utilizados

No início do projeto, a planta trabalhava com 92 referências de vidro e com uma produção mensal intensa, devido a época do ano. Ao final do projeto o número de referências em estoque estava em 98 com uma produção ligeiramente mais intensa, conforme ilustrado na Figura 32 e na Figura 33.

Na Figura 34, é possível observar que de fato mais residuais são guardados, mostrando a sensibilização dos operadores ao assunto. Mesmo que a tendência buscada para esse indicador seja a redução de estoques, é necessário que primeiramente se guarde melhor os volumes para que posteriormente seja incentivado o seu uso e o giro do estoque.

A Figura 35 evidencia o aumento do uso do estoque de residuais permitindo um maior giro e redução do nível do estoque. Nos meses de maio e abril, o uso de residuais ultrapassou a meta. Essa situação só havia sido atingida apenas uma única vez nos dois anos anteriores ao projeto.

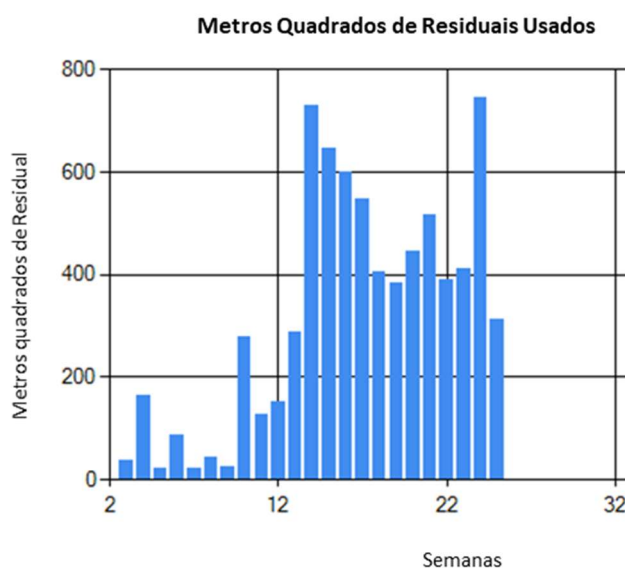


Figura 36: Metros quadrados de residuais utilizados

Além disso, de acordo com o Sistema Gestão de Perdas e Residuais, durante as semanas do projeto, o consumo mínimo de residuais foi de aproximadamente 400 metros quadrados por semana (ver Figura 36), que representam cerca de seis mil euros, no mínimo, economizados por semana.

Todos os indicadores acima tem reflexo no indicador global do projeto, o Glassloss. Esse por sua vez, teve seu resultado reduzido em aproximadamente 2% em relação ao mesmo período do ano passado e em 3% quando comparado ao valor médio encontrado no início do projeto, conforme ilustrado na Figura 37.

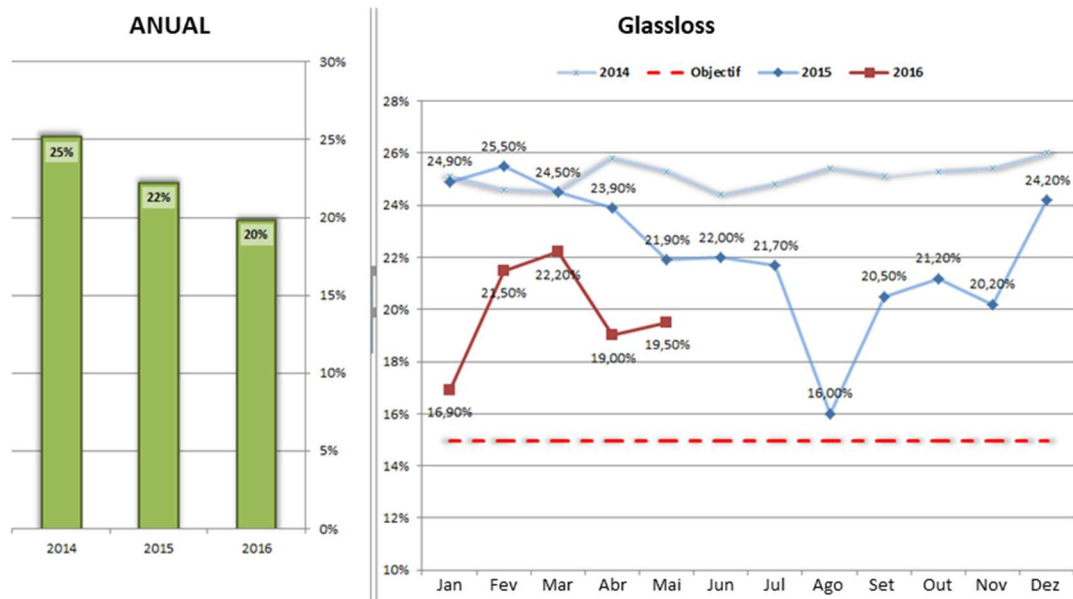


Figura 37: Glassloss ao final do projeto

5

CONCLUSÃO

O objetivo dessa pesquisa foi implementar melhorias para redução de perdas de vidro laminado na etapa de corte em uma fábrica de corte e montagem de vidro. A implementação dessas melhorias buscava tornar a unidade em questão mais competitiva por meio da redução de custos, especialmente porque esta apresentou déficit no seu resultado no ano anterior à realização da pesquisa.

Do objetivo geral foram definidos, no início da pesquisa, objetivos específicos que nortearam a condução das ações ao longo da pesquisa. O alcance do objetivo geral é condicionada ao alcance dos objetivos específicos.

O primeiro objetivo específico, referente à identificação na literatura científica dos principais conceitos de produção enxuta para redução de desperdícios, foi alcançado e está descrito no capítulo 3. Ele permitiu a conclusão que existem diversas ferramentas e métodos complementares aos enunciados por Ohno (1977) que auxiliam na transformação da organização para uma filosofia enxuta. Os métodos colaborativos são um exemplo de complementaridade. A colaboração na construção de soluções é especialmente importante por que a produção enxuta depende de uma mudança para uma cultura enxuta. A colaboração para proposição de melhorias é uma alternativa para evitar que as melhorias sejam esquecidas, uma vez acabado o projeto.

O segundo objetivo específico, de descrição do processo de planejamento, coleta de dados, análise de dados, planejamento de ações, implementação de ações e avaliação de resultados voltados para redução de perdas também foi alcançado e está descrito nos itens 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 e 4.2.4. Conclui-se por meio da execução da pesquisa ação que a implantação do desperdício zero é um processo longo e faseado. As empresas possuem níveis diferentes de familiaridade ao tema e de urgência de implantação. Na pesquisa descrita, as restrições financeiras e de familiaridade com a produção enxuta não permitiam grandes transformações alinhadas a produção enxuta, como eliminação do estoque. Portanto serão necessários outros projetos de melhoria para que se alcance um nível maior de maturidade de produção enxuta. Além de ser longa e faseada, a transformação não é única para as organizações. Por isso é importante o processo de melhoria contínua para se chegar ao estado de produção mais adequado à realidade da empresa. As melhorias propostas nessa pesquisa foram fruto de ciclos menores de implantação, aprendizado e melhoria. Portanto, para que as melhorias propostas

sejam aplicáveis em outras unidades, estas devem ser revistas de acordo com as especificidades da fábrica.

Quanto ao terceiro objetivo, que trata da discussão sobre os principais obstáculos no desenvolvimento da pesquisa-ação, este encontra-se no item 4.2.4.1. Foi possível concluir que é necessário conciliar os conceitos de produção enxuta com a realidade da empresa e com os conhecimentos acumulados da organização. Essa conciliação permite implantação de melhorias mais assertivas e um espaço de tempo menor. No projeto em questão, a consonância da teoria e da prática era ainda mais importante devido a situação financeira delicada da organização. Ainda, ela permite maior adoção das mudanças por parte dos empregados.

Por fim, conclui-se que o objetivo geral da pesquisa foi alcançado. A partir da pesquisa ação descrita, foi possível perceber a relevância e o impacto que ações baseadas em conceito da produção enxuta têm no aumento de competitividade das empresas, por meio da redução de custos. Na pesquisa em questão, a aplicação de alguns conceitos culminou na redução de 3% do indicador de perda de vidro.

ANTUNES, J. Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para projeto e gestão de produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. Gestão de qualidade, produção e operações. São Paulo: Atlas, 2010.

BARBALHO, S.; NITZSCHE, M; DANTAS, A. Melhoria de processos na gestão pública: uma pesquisa-ação com foco nas atividades administrativas de um programa de intercâmbio estudantil de uma universidade pública. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.17, n. 2, p. 406-439, 2017.

CARVALHO, A; FILHO, N; OBREGON, R; MOTA, E; CARDOSO, I. Benefício mútuo entre empresa e cliente através da gamificação. Disponível em: http://conahpa.sites.ufsc.br/wp-content/uploads/2015/06/ID482_Carvalho-S%C3%A1-Obregon-Motta-Cardoso.pdf. Acesso em: 09/06/2018

CARVALHO, D.; CATAPAN, D.; CRUZ, J. Proposta de redução do desperdício de chapas de aço em uma empresa do ramo metalúrgico. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 4, n. 1, p. 2-30, jan./mar. 2018.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. QFD no desenvolvimento de novos produtos: um estudo sobre a sua introdução em uma empresa adotando a pesquisa ação como abordagem metodológica. Produção, v.19, n. 1, p. 105-128, 2009

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica. 2. ed. – 5. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.

COSTA, JUNIOR E.L.Gestão em Processos Produtivos.Curitiba: InterSaberes, 2012.

DIEDIRCH, Hélio. Utilização de conceitos do sistema toyota de produção na melhoria de um processo de fabricação de calçados. Porto Alegre, UFGRS, 2002.

FARDO, Marcelo Luis. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. Renote v.11, n. 1, 2013.

FAVARETTO, Silmara. Análise das práticas da manufatura enxuta em uma indústria de alimentos. Medianeira, UTFPR, 2012.

GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-time. Caxias do Sul: EDUCS, 1996. L

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa 4ª Edição. São Paulo: Editora Atlas S.A

GREIF, Michel. The Visual Factory. New York, Productivity Press, CT, 1989.

HUIZINGA, Johann. Jogo e trabalho. Disponível em: http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/jogo_trabalho.pdf.

KACKAR, R. N. Taguchi's Quality Philosophy: Analysis and Commentary. Quality Progress, 21- 29, 1986.

LEOBLEIN, L.; GODOY, L.; TABORDA, L. Aplicação da programação linear para minimização de perdas de aparas em indústria metal mecânica. Revista Gestão Industrial v.8, n.4, 2012.

LUSTOSA, Leonardo et al. Planejamento e controle da produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARKOVITZ, Daniel. How visual systems make it easier to track knowledge work. Harvard Business Review, Setembro, 2015.

MAXIMIANO, A. C. A. Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital 6ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008.

MCGONIGAL, Jane. Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change The World. Nova Iorque: The Penguin Press, 2011.

MEDRI, V.; MEDRI, W.; CAETANO-FILHO, M. Função perda de Taguchi aplicada na criação de tilápia, *Oreochromis niloticus* alimentadas com diferentes inclusões de levedura na ração. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 1, p. 247-258, jan./mar. 2010.

NEUMANN, C. Gestão de Sistemas de Produção e Operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLIVEIRA, S.; ALOORA, V.; SAKAMOTO, F. Utilização conjunta do método UP' – Unidade de Produção (UEP') com o Diagrama de Pareto para identificar as oportunidades de melhoria dos processos de fabricação – um estudo na agroindústria de abate de frango.

PEINALDO, Jurandir; GRAEML, Alexandre. Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços). UnicenP, 2007.

PIRAS, Luca. Gamification – Na introduction to main concepts, success cases, design strategies and architectural design. Disponível em: <http://www.trentorise.eu/it/event/gamification-introduction-mainconcepts-success-cases-design-strategies-and-architectural>.

SHERER, Lori. Gamification can help people actually use analytics tools. Harvard Business Review, Fevereiro 2015.

SHINGO, S. Sistema Toyota de Produção – do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre, Editora Bookman, 1996a.

SHINGO, S. Sistema Toyota de Produção com Estoque Zero: o Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre. Editora Bookman, 1996b.

SILVA, Edna Lúcia MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação 4ª Edição. Florianópolis. 2005

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002.

TAGUCHI, G.; ELSAYED, E.A. Hsiang, T. Taguchi - Engenharia da Qualidade em Sistemas de Produção. São Paulo: Mc Graw Hill, 1990.

TALIB, F.; RAHMAN, Z.; QURESHI, M.N. "Pareto analysis of total quality management factors critical to success for service industries". International Journal of Quality Research (IJQR), Center for Quality, University of Podgorica Montenegro and University of Kragujevac, Serbia, Vol.4, 2010.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D., 1992, A Máquina que Mudou o Mundo, 5ª Edição. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda.

ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Christopher. Gamification by Design. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Canada: O'Reilly Media, 2011.

ANEXO 1

PLATEAUX				RESIDUELS			TAILLE	
			TAILLE				MIN	MAX
1	ZONE 1	33.2	3210X6000	1	TIRROIR VIOLET	33.2	1500X1500	2500X3210
2		44.2 ONE	3210X6000	2	TIRROIR VIOLET	44.2	1500X1500	2500X3210
3		44.2	3210X6000	3	TIRROIR VIOLET	44.2 ONE	1500X1500	2500X3210
4		SP510	3210X6000	4	TIRROIR VIOLET	44.2 PXN	1500X1500	2500X3210
5		55.2	3210X6000	5	TIRROIR VIOLET	SP510	1500X1500	2500X3210
6		44.2 SUN	3210X6000	6	TIRROIR VIOLET	SP510	1500X1500	2500X3210
7		44.2 PXN	3210X6000	7	TIRROIR VIOLET	55.2	1500X1500	2500X3210
8		Inloader		8	TIRROIR VIOLET	55.2	1500X1500	2500X3210
9		Inloader		9	TIRROIR VIOLET	44.2 SUN	1500X1500	2500X3210
10		Inloader		10	TIRROIR VIOLET	44.2 SUN	1500X1500	2500X3210
11		Inloader		12	STOCKEUR JAUNE	33.2 XN	1500X2300	-
12	STOCKEUR JAUNE	33.2 XN	3210X6000	13	STOCKEUR JAUNE	44.2 XTREM	1500X2300	-
13	STOCKEUR JAUNE	44.2 XTREM	3210X6000	14	STOCKEUR JAUNE	66.2	1500X2300	-
14	STOCKEUR JAUNE	66.2	3210X6000	15	STOCKEUR JAUNE	44.2 SIL XN	1500X2300	-
15	STOCKEUR JAUNE	44.2 SIL XN	3210X6000	16	STOCKEUR JAUNE	44.2 SIL	1500X2300	-
16	STOCKEUR JAUNE	44.2 SIL	3210X6000	17	STOCKEUR JAUNE	44.2 SIL SUN	1500X2300	-
17	STOCKEUR JAUNE	44.2 SIL SUN	3210X6000	18	STOCKEUR JAUNE	44.2	1500X2300	-
18	STOCKEUR JAUNE	44.2	3210X6000	19	STOCKEUR JAUNE	55.2 XN	1500X2300	-
19	STOCKEUR JAUNE	55.2 XN	3210X6000	20	STOCKEUR JAUNE	55.2 SIL	1500X2300	-
20	STOCKEUR JAUNE	55.2 SIL	3210X6000	21	STOCKEUR JAUNE	64.2 SKN	1500X2300	-
21	STOCKEUR JAUNE	64.2 SKN	3210X6000	22	STOCKEUR JAUNE	64.2 SUN	1500X2300	-
22	STOCKEUR JAUNE	64.2 SUN	3210X6000	23	STOCKEUR JAUNE	64.2 XTREM	1500X2300	-
23	STOCKEUR JAUNE	64.2 XTREM	3210X6000	24	STOCKEUR BLEU	64.2 ANTELIO ARGENT	1500X2300	-
24	STOCKEUR BLEU	64.2 ANTELIO ARGENT	3210X6000	25	STOCKEUR BLEU	64.2 ANTELIO CLAIR	1500X2300	-
25	STOCKEUR BLEU	64.2 ANTELIO CLAIR	3210X6000	26	STOCKEUR BLEU		1500X2300	-
26	STOCKEUR BLEU		3210X6000	27	STOCKEUR BLEU		1500X2300	-
27	STOCKEUR BLEU		3210X6000	28	STOCKEUR BLEU	66.2 XTREM	1500X2300	-
28	STOCKEUR BLEU	66.2 XTREM	3210X6000	29	STOCKEUR BLEU	66.2 SUN	1500X2300	-
29	STOCKEUR BLEU	66.2 SUN	3210X6000	30	STOCKEUR BLEU	66.2 SIL	1500X2300	-
30	STOCKEUR BLEU	66.2 SIL	3210X6000	31	STOCKEUR BLEU	66.2 SIL SUN	1500X2300	-
31	STOCKEUR BLEU	66.2 SIL SUN	3210X6000	32	STOCKEUR BLEU	SP615B	1500X2300	-
32	STOCKEUR BLEU	SP615B	3210X6000	33	STOCKEUR BLEU	SP510 XN	1500X2300	-
33	STOCKEUR BLEU	SP510 XN	3210X6000	34	STOCKEUR BLEU	SP10 SUN	1500X2300	-
34	STOCKEUR BLEU	SP10 SUN	3210X6000	35	STOCKEUR BLEU	Bloqueado	1500X2300	-

35	STOCKEUR BLEU	Bloqueado	3210X6000	36	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 PARSOL VERT	1500X1500	2550X3210
36	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 PARSOL VERT	2550X3210	37	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 BIOCLEAR	1500X1500	2550X3210
37	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 BIOCLEAR	2550X3210	38	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 OPALE	1500X1500	2550X3210
38	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 OPALE	2550X3210	39	NOUVEAU CLASSEUR	44.SIL ONE	1500X1500	2550X3210
39	NOUVEAU CLASSEUR	44.SIL ONE	2550X3210	40	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 ARENA	1500X1500	2550X3210
40	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 ARENA	2550X3210	41	NOUVEAU CLASSEUR	64.2 SATINOVO	1500X1500	2550X3210
41	NOUVEAU CLASSEUR	64.2 SATINOVO	2550X3210	42	NOUVEAU CLASSEUR	SP10 OPALE	1500X1500	2550X3210
42	NOUVEAU CLASSEUR	SP10 OPALE	2550X3210	43	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 SKN 145	1500X1500	2550X3210
43	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 SKN 145	2550X3210	44	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 SKN 154	1500X1500	2550X3210
44	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 SKN 154	2550X3210	45	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 SKN 165	1500X1500	2550X3210
45	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 SKN 165	2550X3210	46	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 MIRASTAR	1500X1500	2550X3210
46	NOUVEAU CLASSEUR	44.2 MIRASTAR	2550X3210	47	NOUVEAU CLASSEUR	SP10 Bioclean	1500X1500	2550X3210
47	NOUVEAU CLASSEUR	SP510 Bioclean	2550X3210	48	NOUVEAU CLASSEUR		1500X1500	2550X3210
48	NOUVEAU CLASSEUR		2550X3210	49	NOUVEAU CLASSEUR		1500X1500	2550X3210
49	NOUVEAU CLASSEUR		2550X3210					